INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO
MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA



Acreditação do Laboratório

ALEXANDRA MANUELA MARTINS PACHECO
dezembro de 2019

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

ACREDITAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE UMA EMPRESA DE EXTRUSÃO DE PLÁSTICOS

Alexandra Manuela Martins Pacheco
1130471

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão industrial

POLITÉCNICO DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto

ACREDITAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS DE UMA EMPRESA DE EXTRUSÃO DE PLÁSTICOS

Alexandra Manuela Martins Pacheco
1130471

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Engenheiro Francisco José Gomes da Silva e com a coorientação da Engenheira Luísa Maria Gaspar Morgado da Mota.

2019
Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão industrial

POLITÉCNICO
DO PORTO

JÚRI

Presidente
Doutora Isabel Cristina Silva Barros Rodrigues Mendes Pinto
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador
Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador
Especialista Luísa Maria Gaspar Morgado da Mota
Professor Adjunto Convidado, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente
Doutora Ana Raquel reis Couto Xambre
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação é uma longa viagem, que inclui uma trajetória permeada por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias e muitos percalços pelo caminho, mas apesar do processo solitário, reúne contributos de várias pessoas, indispensáveis para encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada. Trilhar este caminho só foi possível com o apoio, energia e força de várias pessoas, a quem dedico este projeto de vida.

Especialmente aos meus orientadores, a Engenheira Luísa Morgado Mota e a Engenheira Carla Costa, juntamente com a orientação do Engenheiro Francisco Silva, que sempre acreditaram em mim e no meu trabalho, agradeço a orientação exemplar marcada por um elevado e rigoroso nível científico, um interesse permanente, uma visão crítica e oportuna, um empenho inexcedível e saudavelmente exigente, os quais contribuíram para enriquecer, com grande dedicação, passo por passo, todas as etapas subjacentes ao trabalho realizado. Aos meus companheiros da universidade, agradeço o apoio e motivação incondicional que ajudou a tornar este trabalho uma válida e agradável experiência de aprendizagem. Estou grata pela nossa amizade.

Um pequeno agradecimento a todos os envolvidos na empresa DUOFIL, por me acolherem e ajudarem a concretizar este estudo, sem eles não seria possível.

Ao meu futuro Marido, Ângelo Ferreira, meu companheiro destes 5 anos, pelo amor, confiança, partilha, companheirismo e apoio incondicional, agradeço a enorme compreensão, generosidade e felicidade com que me brindou, até ao fim desta jornada e responsável pelas próximas aventuras.

E por último, o agradecimento maior, à minha família, a quem dedico inteiramente todo este trabalho, pois originaram os melhores anos da minha vida e me proporcionaram um bom futuro profissional. Tudo graças a eles. Obrigada por todo o carinho, dedicação, ajuda e amor incondicional! Não existem palavras para agradecer todo o vosso apoio!

Mãe, Luísa, Pai, Ramiro e Mano, Vítor, cunhada e avós,

Obrigada do fundo do meu coração!

PALAVRAS CHAVE

Qualidade, Laboratório, Acreditação, Ensaios, Incertezas e Custeio laboratoriais.

RESUMO

Os Sistemas de Gestão da Qualidade fornecem uma ferramenta útil às organizações para identificar, organizar e controlar os seus processos.

As organizações, ao implementarem um Sistema de Gestão de Qualidade, pretendem atingir objetivos relacionados com a qualidade dos seus serviços e produtos e, consequentemente, manter um nível elevado de satisfação dos clientes.

A dissertação, aqui apresentada, foi desenvolvida em contexto industrial na empresa DUOFIL – Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda, concretamente, na área da qualidade do Laboratório de ensaios industriais pertencente à empresa, com o objetivo de estudar e implementar a norma NP EN ISO 17025 da acreditação de laboratórios industriais, pois o laboratório da DUOFIL apresenta aptidão e metodologia de excelência organizacional e industrial, capaz de se tornar uma entidade independente na realização de ensaios laboratoriais relacionados com a sua atividade industrial.

Assim, inicialmente foi estudada e elaborada uma análise aprofundada dos pontos essenciais que requeriam melhoria, através de ferramentas da qualidade, para a acreditação do Laboratório.

Desta forma, durante o período de estágio realizou-se uma procura/pesquisa das normas desatualizadas relacionadas com a atividade do laboratório para uma futura aquisição das mesmas.

Procedeu-se à alteração e melhoria dos procedimentos de ensaio laboratoriais que estavam incorretos e incompletos e criação dos inexistentes. Avaliou-se o *layout* do laboratório e foram apresentadas ações de melhoria e os resultados correspondentes dessas mesmas ações.

Para além disso, foram determinados os erros e as incertezas associadas aos ensaios laboratoriais, que possuíam possibilidade para tal.

Concluiu-se a atividade de estágio com a determinação do custeio dos ensaios, para posteriormente, ser usado na prestação de serviços a entidades externas à DUOFIL. Com o estudo realizado, a empresa foi incentivada a implementar as oportunidades de melhoria citadas, contribuindo para a futura acreditação do Laboratório da DUOFIL.

KEYWORDS

Quality, Laboratory, Accreditation, Laboratory tests, uncertainty, laboratory costing

ABSTRACT

Quality Management Systems provide a useful tool for organizations to identify, organize and control their processes.

Organizations, when implementing a Quality Management System, intend to achieve objectives related to the quality of their services and products and, consequently, maintain a high level of customer satisfaction.

The work presented in this dissertation was developed in an industrial context in the company DUOFIL - Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda.*, specifically, in the area of Quality of the Chemical Engineering Laboratory owned by the company, with the objective of studying and implementing the NP EN ISO 17025 standard in order to become an independent laboratory testing entity related to its industrial activity.*

In this way, it was studied and elaborated an exhaustive analysis of the points that required improvement, using quality tools, for Laboratory accreditation.

Consequently, during the training period, a search / research of the outdated standards related to the laboratory activity was performed for a future acquisition of them.

The laboratory procedures were corrected and improved and other procedure were created. Increased industrial performance and growth of actions to improve the results of these actions.

In addition, errors and uncertainties associated with the laboratory tests were chosen, which had the possibility to do so.

It concludes with a costing laboratory tests activity designed at providing services to industries outside DUOFIL.

With the study carried out, the company was encouraged to implement as opportunities for improvement mentioned, contribution to the future accreditation of the DUOFIL Laboratory.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

QPE	Procedimento de ensaio laboratorial
IPAC	Instituto Português de Acreditação
ISO	*International Organization for Standardization*
ex.	Exemplo
APCER	Associação Portuguesa de Certificação
EN	*European Norm*
NP	Norma portuguesa
PDCA	*Plan, Do, Check, Act*
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SWOT	*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*
DPMO	*Defects Per Million Opportunities*
DMAIC	*Define, Measure, Analyse, Improve and Control*
UPVC	Cloreto de polivinil não plastificado
PE	Polietileno
PE-X	Polietileno reticulado
PP	Polipropileno
AENOR	Associação Espanhola de Normalização e Certificação
CSTB	*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*
CERTIF	Associação para a Certificação
BIPM	*Bureau International des Poids et Mesures*
IEC	*International Electrotechnical Commission*
IFCC	*International Federation of ClinicalChemistry and Laboraty Medicine*
IUPAP	*International Union of Pure and Applied Physics*
IUPAC	*International Union of Pure and Applied Chemistry*
OIML	Organização Internacional de Metrologia Legal
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia
6 M`s	Os seis parâmetros do diagrama de Ishikawa
OIT	*Oxidation Induction Time*
MO	Mão-de-obra
MP	Matéria-prima

TR	Taxa de reticulação
PPSU	Polifenilsulfona
PSU	Polisulfona
PES	Polietersulfona
EPI`S	Equipamentos de proteção individual
TDABC	*Time-Driven Activity Based Costing*
TIG	*Tungsten Inert Gas*
PEAD	Polietileno de Alta Densidade

Lista de Unidades

g	Grama
h	Horas
min	Minutos
mm	Milímetros
Pa	Pascal
°C	Graus Celsius
N	Newton

Lista de Símbolos

€	Euro
%	Percentagem
∑	Somatório
±	Mais ou menos
∞	Infinito
ð	Derivada parcial

GLOSSÁRIO DE TERMOS

SWOT	Ferramenta de análise dos pontos fortes e fracos, fraquezas e ameaças.
PDCA	Ciclo de planear, executar, verificar e agir, a fim de padronizar e prevenir a recorrência de não conformidades.
Distribuição *t-student*	Distribuição de probabilidade estatística com a forma de um sino, como a distribuição Normal, mas que reflete maior variabilidade (com curvas mais alargadas).
ISO 9001	É um referencial internacional de gestão da qualidade, aplicável a todas as organizações, independentemente da dimensão ou setor de atividade.
ISO 17025	É um referencial internacional para sistemas de gestão em laboratórios sobre os requisitos gerais para competência de Laboratórios de ensaio e Calibração.
Six-sigma	É um conjunto de práticas desenvolvidas para melhorar sistematicamente os processos com a eliminação de defeitos, onde o defeito é definido como a não conformidade de um produto ou serviço com as suas especificações.
Diagrama de Ishikawa	É uma ferramenta gráfica utilizada para a gestão e o controlo da qualidade em diversos processos, onde identifica as causas e os efeitos do problema.
Diagrama de *Spaghetti*	O diagrama de *spaghetti* é uma ferramenta para ajudar a estabelecer o *layout* ideal com as observações das distâncias percorridas na realização de uma determinada atividade.
Layout	Na área empresarial, o *layout* representa a forma como está organizada a empresa. Pode ser apresentado como uma planta das instalações, onde são representados os equipamentos, localização de produtos e matérias-primas, entre outros. Resumidamente, identifica a localização dos meios de produção e armazenamento de semi-produtos e produtos dentro da empresa.
Software	Sequência de instruções escritas para serem interpretadas por um computador, com o objetivo de executar tarefas específicas.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - FABRICA DA DUOFIL - SOCIEDADE COMERCIAL E INDUSTRIAL DE PERFIS, LDA (DUOFIL.COM, VISITADO EM 09/01/2019) 5
FIGURA 2 – DIFERENÇAS ENTRE O ERRO E A INCERTEZA NAS MEDIÇÕES, BASEADO (WILHELM, HOCKEN, E SCHWENKE,2001) 13
FIGURA 3 – CICLO PDCA, (GARZA-REYES *ET AL*., 2018) 32
FIGURA 4 - ILUSTRAÇÃO DE UM EXEMPLO DE ANÁLISE SWOT (CASTRO, SILVA, E CAMPILHO, 2017) 33
FIGURA 5 – CICLO DMAIC (WIKLUND E WIKLUND, 2002) 35
FIGURA 6 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE *SPAGHETTI* (SENDERSKÁ, MARES, E VACLAV,2017) 36
FIGURA 7 - EXEMPLO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA (LILIANA,2016) 37
FIGURA 8 – LOGOTIPO DA EMPRESA DUOFIL, (DUOFIL.COM, VISITADO EM 09/01/2019) 43
FIGURA 9 - TUBO FILÁGUA 44
FIGURA 10 - TUBO FILGÁS 44
FIGURA 11 - TUBO FILPEX 45
FIGURA 12 - TUBO PAVIFLEX 45
FIGURA 13 – TUBO ISOMETAL 46
FIGURA 14 – TUBO VICOPROP 47
FIGURA 15 – TUBO SANIFIL 47
FIGURA 16- LABORATÓRIO DA DUOFIL 48
FIGURA 17 - EQUIPAMENTOS USADOS NO ENSAIO DE TAXAS DE RETICULAÇÃO (1-MICRÓTOMO, 2-BALANÇA ANALÍTICA, 3- MONTAGEM DE EBULIÇÃO COM MANTA DE AQUECIMENTO, BALÃO VOLUMÉTRICO E SERPENTINA, 4-ESTUFA TÉRMICA) 51
FIGURA 18 - ASPETO DA AMOSTRA ANTES DE SER COLOCADA NO DINAMÓMETRO 52
FIGURA 19 - EQUIPAMENTOS USADOS NO ENSAIO DO *PEELING* (1-SERRA E TORNO DE APERTO;2-DINAMÓMETRO) 52
FIGURA 20 – DISPOSIÇÃO DA AMOSTRA DO *RING* NO DINAMÓMETRO 52
FIGURA 21 – FORMATO DOS PROVETES 53
FIGURA 22 - EQUIPAMENTOS USADOS NO ENSAIO DE ALONGAMENTO À TRAÇÃO DO ALUMÍNIO (1-FERRAMENTA DE CORTE PNEUMÁTICO; 2-DINAMÓMETRO; 3-PAQUÍMETRO) 53
FIGURA 23 – FORMATO DA AMOSTRA 53
FIGURA 24 – CONJUNTO DE EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA O ENSAIO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO 53
FIGURA 25 – TANQUE PARA BANHO TÉRMICO 54
FIGURA 26 - FORMATO EXEMPLO DOS TRÊS PROVETES PARA ENSAIO COM LIGAÇÃO DE ACESSÓRIO EM T 54
FIGURA 27 – PROCEDIMENTO DE ENSAIO DA METILETILCETONA 54
FIGURA 28 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA RELATIVO À ANÁLISE DA INCAPACIDADE DE ACREDITAÇÃO, REALIZADO PELO AUTOR 56
FIGURA 29 - PLANTA 2D DO *LAYOUT* DO LABORATÓRIO DA DUOFIL 59
FIGURA 30 – DIAGRAMA DE *SPAGHETTI* DO *LAYOUT* ATUAL DO LABORATÓRIO DA DUOFIL 61

FIGURA 31 – DIAGRAMA DE *SPAGHETTI* DO *LAYOUT* INDUSTRIAL MELHORADO DO LABORATÓRIO DA DUOFIL 62
FIGURA 32 – GRÁFICO REPRESENTATIVO DAS FONTES DE INCERTEZA – ENSAIO TR 66
FIGURA 33 - GRÁFICO REPRESENTATIVO DAS FONTES DE INCERTEZA – ENSAIO *PEELING* 69
FIGURA 34 - GRÁFICO REPRESENTATIVO DAS FONTES DE INCERTEZA – ENSAIO *RING* 72
FIGURA 35 - GRÁFICO REPRESENTATIVO DAS FONTES DE INCERTEZA – ENSAIO DE ALONGAMENTO À TRAÇÃO DO ALUMÍNIO 76
FIGURA 36 – CUSTOS DO ENSAIO DE TAXAS DE RETICULAÇÃO NOS DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS 83
FIGURA 37 – CONTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS NO CUSTO TOTAL 84
FIGURA 38 – CONTRIBUIÇÃO REPRESENTATIVA DOS CUSTOS ASSOCIADOS AO ENSAIO *RING* 85
FIGURA 39 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CONTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS INTERMÉDIOS NO CUSTO TOTAL DO ENSAIO 86
FIGURA 40 – CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DOS CUSTOS INTERMÉDIOS NO CUSTO TOTAL DO ENSAIO 87
FIGURA 41 – ATRIBUTO DOS CUSTOS INTERMÉDIOS NO ENSAIO 88
FIGURA 42 – ILUSTRAÇÃO GRÁFICA DA CONTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS INTERMÉDIOS NO CUSTO TOTAL DO ENSAIO 89

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – TERMINOLOGIA ESTABELECIDA SEGUNDO O GUIA PARA A DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA NA MEDIÇÃO 12
TABELA 2 – VALORES DO FATOR DE EXPANSÃO (*K*) 19
TABELA 3 – REQUISITOS GERAIS, BASEADO NA NORMA NP EN ISO 17025 23
TABELA 4 – REQUISITOS DE RECURSOS, BASEADO NA NORMA NP EN ISO 17025 24
TABELA 5 – REQUISITOS DE PROCESSO, BASEADO NA NORMA NP EN ISO 17025 25
TABELA 6 – CONDIÇÕES QUE GARANTEM UM SISTEMA DE GESTÃO DO TIPO A, BASEADO NA NORMA NP EN ISO 17025 28
TABELA 7 - DEFINIÇÕES DA QUALIDADE CONSOANTE DIFERENTES AUTORES (PIRES,2016) 31
TABELA 8 - DEFEITOS POR MILHÃO DE OPORTUNIDADES NOS 6 NÍVEIS DE SIGMA (ELDER, 2008) 35
TABELA 9 – PRODUTOS FABRICADOS PELA DUOFIL, FORNECIDOS PELA ORGANIZAÇÃO 44
TABELA 10 – ANÁLISE SWOT DA ACREDITAÇÃO DO LABORATÓRIO DA DUOFIL 55
TABELA 11 – LEGENDA DA FIGURA 29 60
TABELA 12 – VALORES DAS MASSAS DAS REDES NOS QUATRO ENSAIOS 63
TABELA 13 – VALOR DAS TAXAS DE RETICULAÇÃO DOS QUATRO ENSAIOS 64
TABELA 14 – VALORES PARA O CÁLCULO DA INCERTEZA PADRÃO 65
TABELA 15 - DADOS COMPILADOS DETERMINADOS ANTERIORMENTE 65
TABELA 16 – DADOS INTERMÉDIOS PARA A DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DO ENSAIO DE TR 66
TABELA 17 – INCERTEZA EXPANDIDA DO ENSAIO DE TAXAS DE RETICULAÇÃO 67
TABELA 18 - VALORES PARA O CÁLCULO DA INCERTEZA PADRÃO 68
TABELA 19 - DADOS COMPILADOS DETERMINADOS ANTERIORMENTE 69
TABELA 20 - DADOS INTERMÉDIOS PARA A DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DO ENSAIO DO *PEELING* 69
TABELA 21 - INCERTEZA EXPANDIDA DO ENSAIO DO *PEELING* 70
TABELA 22 - VALORES PARA O CÁLCULO DA INCERTEZA PADRÃO 71
TABELA 23 - DADOS COMPILADOS DETERMINADOS ANTERIORMENTE 72
TABELA 24 - DADOS INTERMÉDIOS PARA A DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DO ENSAIO DO *RING* 72
TABELA 25 - INCERTEZA EXPANDIDA DO ENSAIO DO *RING* 73
TABELA 26 - VALORES PARA O CÁLCULO DA INCERTEZA PADRÃO 75
TABELA 27 – INCERTEZA DEVIDA AO OPERADOR CONSOANTE O RESULTADO PRETENDIDO 75
TABELA 28 - DADOS COMPILADOS DETERMINADOS ANTERIORMENTE 76
TABELA 29 - DADOS INTERMÉDIOS PARA A DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DO ENSAIO DE ALONGAMENTO À TRAÇÃO DO ALUMÍNIO 77
TABELA 30 - INCERTEZA EXPANDIDA DO ENSAIO DE ALONGAMENTO À TRAÇÃO DO ALUMÍNIO 77
TABELA 31 – DADOS PARA O CÁLCULO DO CUSTO DE MÃO-DE-OBRA 78
TABELA 32 - EQUIPAMENTOS CONSIDERADOS NOS CUSTOS DOS RESPETIVOS ENSAIOS 79
TABELA 33 – TIPO DE MATÉRIA-PRIMA USADA NOS ENSAIOS CORRESPONDENTES 80
TABELA 34 – ESTIMATIVAS DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS ASSOCIADAS AO LABORATÓRIO 80
TABELA 35 – ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ELETRICIDADE POR EQUIPAMENTO DO LABORATÓRIO 81
TABELA 36 - ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA POR EQUIPAMENTO DO LABORATÓRIO 82

TABELA 37 – TEMPO DE EXECUÇÃO DE TAREFAS DO ENSAIO DAS TAXAS DE RETICULAÇÃO, EM MINUTOS 82
TABELA 38 – CUSTOS FINAIS DO ENSAIO DE TAXAS DE RETICULAÇÃO (EM €) 83
TABELA 39 – DURAÇÃO DAS FASES DO ENSAIO DO *PEELING* 84
TABELA 40 – CUSTOS DO ENSAIO DO *PEELING (EM €)* 84
TABELA 41 – DURABILIDADE DAS VÁRIAS FASES DO ENSAIO *RING* 85
TABELA 42 – CUSTOS FINAIS DO ENSAIO *RING (EM €)* 85
TABELA 43 – TEMPORIZAÇÃO DAS FASES DO ENSAIO DE ALONGAMENTO À TRAÇÃO DO ALUMÍNIO 86
TABELA 44 – CUSTOS ASSOCIADOS AO ENSAIO DE ALONGAMENTO À TRAÇÃO DO ALUMÍNIO (EM €) 86
TABELA 45 – DURAÇÃO DAS FASES REPRESENTATIVAS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO 87
TABELA 46 – CUSTOS ASSOCIADOS AO ENSAIO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO (EM €) 87
TABELA 47 – DURAÇÃO DAS FASES DO PROCEDIMENTO DE ENSAIO 88
TABELA 48 – CUSTOS ASSOCIADOS AO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À PRESSÃO INTERIOR (EM €) 88
TABELA 49 – TEMPO USADO EM CADA FASE DO ENSAIO 89
TABELA 50 – CUSTOS ASSOCIADOS AO ENSAIO DE TENSÃO RESIDUAL COM RECURSO À METILETILCETONA (EM €) 89
TABELA 51 - RESULTADO OBTIDO DOS OBJETIVOS INICIAIS 93

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 3

1.1 Contextualização 3

1.2 Objetivos 4

1.3 Metodologia utilizada 4

1.4 Estrutura da tese 5

1.5 Breve apresentação da empresa 5

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 9

2.1 Laboratórios 9

2.1.1 Tipos de laboratórios 9

2.1.2 Qualidade em laboratórios 10

2.1.3 Normalização em laboratórios 10

2.1.4 Especificidades dos laboratórios 11

2.1.5 Erro e incerteza em ensaios 12

2.1.5.1 Determinação do erro de medição 13

2.1.5.2 Determinação da Incerteza de medição 14

2.1.5.2.1 Avaliação da incerteza de medição nas estimativas das grandezas de entrada 15

2.1.5.2.2 Cálculo da incerteza padrão combinada 18

2.1.5.2.3 Cálculo da incerteza de medição expandida 19

2.2 Certificação de Laboratório 19

2.2.1 Norma EN ISO 9001:2015 20

2.2.2 Definição de acreditação 20

2.2.3 História da acreditação 21

2.2.4 Norma NP EN ISO 17025 22

2.2.4.1 Requisitos gerais 23

2.2.4.2 Requisitos de estrutura 23

2.2.4.3 Requisitos de recursos 23

2.2.4.4 Requisitos de processo 25

2.2.4.5 Requisitos do Sistema de gestão 28

2.2.5 Riscos associados à falta de acreditação 29

2.3 Qualidade, melhoria de recursos e suas ferramentas 31

2.3.1 PDCA 31

2.3.2 Análise SWOT 33

2.3.3 Six- Sigma 34

2.3.4 Diagrama Spaghetti 36
2.3.5 Diagrama de Ishikawa 37

2.4 Custos 38

3 DESENVOLVIMENTO 43

3.1 Caraterização 43
3.1.1 Produtos fabricados/Aplicações 44
3.1.2 Mercados 47

3.2 Descrição do Problema 48
3.2.1 Ensaios comuns aos produtos 48
3.2.1.1 Ensaio de Taxas de Reticulação 49
3.2.1.2 Ensaio do PEELING 49
3.2.1.3 Ensaio do RING 49
3.2.1.4 Ensaio de alongamento à tração do alumínio 49
3.2.1.5 Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação 50
3.2.1.6 Ensaio da resistência à pressão interior 50
3.2.1.7 Ensaio de tensão residual química com MEK 50
3.2.2 Procedimentos de ensaios/Equipamentos 51
3.2.2.1 Ensaio de Taxas de Reticulação 51
3.2.2.2 Ensaio do PEELING 51
3.2.2.3 Ensaio do RING 52
3.2.2.4 Ensaio de alongamento à tração do alumínio 52
3.2.2.5 Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação 53
3.2.2.6 Ensaio de resistência à pressão interior 53
3.2.2.7 Ensaio de tensão residual química com MEK 54
3.2.3 Necessidades da acreditação 54

3.3 Análise da situação atual do Laboratório da DUOFIL 55
3.3.1 Situação atual 55
3.3.1.1 Diagrama de Ishikawa 56

3.4 Alterações de melhoria da DUOFIL 57
3.4.1 Melhoria dos QPE`S 57
3.4.2 Melhoria do Layout 58
3.4.3 Cálculo do erro e da incerteza dos ensaios 62
3.4.3.1 Ensaio de Taxas de Reticulação 63
3.4.3.2 Ensaio do PEELING 67
3.4.3.3 Ensaio do RING 70
3.4.3.4 Ensaio de alongamento à tração do alumínio 73
3.4.3.5 Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação 77
3.4.3.6 Ensaio da resistência à pressão interior 77

3.4.3.7 Ensaio de tensão residual química com MEK 78
3.4.4 Cálculo do custeio 78
3.4.4.1 Custos fixos 78
3.4.4.2 Custos variáveis 80
3.4.4.3 Ensaio de Taxas de Reticulação 82
3.4.4.4 Ensaio do PEELING 84
3.4.4.5 Ensaio do RING 85
3.4.4.6 Ensaio de alongamento à tração do alumínio 86
3.4.4.7 Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação 87
3.4.4.8 Ensaio da resistência à pressão interior 88
3.4.4.9 Ensaio de tensão residual química com MEK 89

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS 93

4.1 CONCLUSÕES 93

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS 94

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO 99

5.1 ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS E LIVROS 99

5.2 WEB SITES 102

6 ANEXOS 105

6.1 ANEXO I – Lista de verificação dos critérios necessários para a acreditação baseado na NP EN ISO 17025:2017 105

6.2 ANEXO II – QPE das taxas de reticulação 122

6.3 ANEXO III - QPE do *PEELING* 126

6.4 ANEXO IV – QPE do *RING* 135

6.5 ANEXO V – QPE de Tração e alongamento do alumínio 142

6.6 ANEXO VI – QPE da determinação de tempo de oxidação 150

6.7 ANEXO VII – QPE de tensão residual com recurso à metiletilcetona 162

6.8 ANEXO VIII – QPE do controlo dimensional 164

6.9 ANEXO IX – *Layout* da DUOFIL 167

6.10 ANEXO X – Tarifário para 2019 do abastecimento de água da INDAQUA 168

6.11 ANEXO XI – Custos intermédios do ensaio de taxas de reticulação 169

6.12 ANEXO XII – Custos intermédios do ensaio do *PEELING* 173

6.13 ANEXO XIII – Custos intermédios do ensaio do *RING* 175

6.14 ANEXO XIV – Custos intermédios do ensaio de alongamento à tração do alumínio ... 177

6.15 ANEXO XV – Custos intermédios do ensaio de determinação do tempo de indução à oxidação 179

6.16 ANEXO XVI – Custos intermédios do ensaio da determinação residual com recurso à metietilcetona 181

6.17 ANEXO XVII – Custos intermédios do ensaio da resistência à pressão interior 183

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização
1.2 Objetivos
1.3 Metodologia utilizada
1.4 Estrutura da tese
1.5 Breve apresentação da empresa

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho, tem como objetivo avaliar e apresentar propostas de melhoria necessárias para a acreditação de um laboratório de ensaios num sistema produtivo de tubagem em polímero, apresentando assim os pilares principais da implementação dos requisitos da norma NP EN ISO 17025. Este projeto foi realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado, da especialização em Gestão Industrial do Mestrado em Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Ao longo deste capítulo, será feito um enquadramento ao estudo desenvolvido na empresa DUOFIL- Sociedade Industrial e Comercial de Perfis, Lda. e, paralelamente, será realizada uma breve apresentação desta empresa. No decorrer deste capítulo, serão ainda apresentados os objetivos da dissertação, a metodologia de abordagem, os temas abordados e a estrutura da mesma.

1.1 Contextualização

A Qualidade, industrialmente, pode significar mais e melhor, dentro de certas condições/parâmetros do consumidor, determinando a classe e a qualidade do produto/serviço que este deseja. Pode-se definir a Qualidade de um produto como o grau de satisfação dos requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas, ou seja, de uma combinação de características do projeto e da produção, determinantes na satisfação que o produto possa proporcionar ao consumidor, durante o seu uso.
Para satisfação do cliente e maior credibilidade do produto, a organização deve ter procedimentos em vigor que garantam um produto certificado e de qualidade. Para se tornar certificado, a organização deve, através de um processo de análise/inspeção, demonstrar a uma entidade certificadora que funciona consoante os padrões necessários.
Só os laboratórios que constam na lista de entidades certificadoras, podem dizer que os seus ensaios são acreditados e que os seus resultados são reconhecidos. Por isso, é essencial na existência de um laboratório de ensaios, o recurso à acreditação, para que através da avaliação e reconhecimento da competência técnica de entidades/laboratórios, se criem organizações fiáveis para efetuar atividades específicas de avaliação da conformidade, como ensaios, calibrações, certificações e inspeções.

1.2 Objetivos

O objetivo global da presente dissertação assenta na análise e estudo de melhorias no setor laboratorial da empresa DUOFIL- Sociedade Comercial e Industrial de perfis, Lda., com recurso aos requisitos da norma de acreditação de laboratórios (NP EN ISO 17025). Os objetivos específicos deste trabalho passam por:

- Implementação dos requisitos básicos necessários para a acreditação do laboratório;
- Validação dos procedimentos de ensaio – pesquisa e atualização de documentos externos (normas atualizadas), acompanhamento da realização dos ensaios para a melhoria dos QPE`s;
- Melhoria dos processos de inspeção – registos de inspeção de receção, de inspeção em curso e inspeção final do produto;
- Determinação do erro, incerteza e custo associado a cada ensaio – pesquisa de métodos de cálculo do erro e da incerteza e custeio associado a cada ensaio;
- Formação dos intervenientes do laboratório sobre todos os pontos melhorados/alterados.

1.3 Metodologia utilizada

Para a composição da atual dissertação, foi seguida a metodologia descrita nos pontos seguintes (Saunders, Lewis, e Thornhill, 2009):

- Introdução e estudo teórico dos temas abordados no presente tema, desde os laboratórios na sua generalidade até aos pontos essenciais para a acreditação de um laboratório, como a própria norma NP EN ISO 17025 impõe;
- Enumeração dos passos/pontos necessários para a acreditação do laboratório- analise SWOT e PDCA;
- Verificação e comparação do estado atual do laboratório com o estado final para a possibilidade de acreditação do laboratório, através de uma *check-list;*
- Verificação do procedimento dos vários ensaios praticados pelo laboratório, validados com o auxílio da norma imposta por cada um dos ensaios;
- Estudo e atualização dos documentos e métodos usados atualmente no laboratório;
- Procura de sugestões de melhoria e otimização nos processos de inspeção envolvidos no laboratório;
- Estudo e melhoria do *layout* do laboratório;
- Cálculo do erro e da incerteza associados a cada ensaio desenvolvido pela entidade;
- Desenvolvimento do processo de custeio de cada ensaio;
- Escrita da presente dissertação.

1.4 Estrutura da tese

A presente dissertação está dividida em quatro capítulos:

- Capítulo 1: Debruça-se sobre o enquadramento do tema, definição dos objetivos e metodologias utilizadas.
- Capítulo 2: Consiste na revisão bibliográfica e tem por finalidade a explicação de alguns conceitos teóricos relativos com a acreditação de laboratórios e o com os requisitos impostos pela norma NP EN ISO 17025.
- Capítulo 3: Apresentação da empresa e dos produtos fabricados, onde o laboratório atua. Também será feita uma abordagem/explicação do estado inicial da atividade laboratorial da DUOFIL. Posteriormente, serão listadas e estudadas todas as possibilidades de melhoria e metodologia de aplicação. Por último, será realizada uma análise da resposta aos objetivos pretendidos para se avaliar os resultados/benefícios da acreditação do laboratório da DUOFIL.
- Capítulo 4: Resume as conclusões alcançadas no decorrer desta dissertação, bem como outros aspetos a serem melhorados em trabalhos futuros.

1.5 Breve apresentação da empresa

A DUOFIL- Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda. é uma empresa portuguesa fundada em 1991,na localidade de Gião, na cidade de Vila do Conde, representada na figura 1.

É uma empresa certificada de acordo com a NP EN ISO 9001 desde 1999, com mais de 25 anos de experiência na área das tubagens e polímeros, focada principalmente no mercado externo.

Ao longo de sua atividade, solidificou a sua presença através do desenvolvimento de produtos técnicos para o mercado da construção civil, sendo a primeira produtora de tubos multicamada na Península Ibérica (Duofil.com, visitado em 09/01/2019).



Figura 1 - Fabrica da DUOFIL - Sociedade comercial e industrial de perfis, Lda (Duofil.com, visitado em 09/01/2019)

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Laboratórios

2.2 Qualidade, melhoria de recursos e suas ferramentas

2.3 Certificação de Laboratório

2.4 Custos

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é feita a abordagem ao referencial normativo e documentação técnica existente, num contexto nacional e internacional, relacionada com o tema da presente dissertação, fundamentação teórica para o desenvolvimento do projeto da dissertação, a acreditação do laboratório.

2.1 Laboratórios

Um laboratório é um lugar físico onde se realiza o controlo e a avaliação de ensaios impostos para a verificação e validação de algo ou algum produto (Yasin *et al.,* 2010).
Isto é, o laboratório é uma identidade que realiza testes com a finalidade de tomar decisões em termos de segurança, qualidade e requisitos regulamentares das amostras ensaiadas, comparando os resultados dos ensaios com dados analíticos teóricos já estabelecidos (Upmann e Stephan, 2014).
Existem vários fatores que contribuem para a confiança dos resultados obtidos pelos laboratórios, desde a escolha do método apropriado, erros associados, calibração de equipamentos, validação da atividade do laboratório por entidades certificadoras, entre outras, já que os serviços prestados pelos laboratórios são essenciais e fundamentais para vários tipos de indústrias.
Para uma boa prática laboratorial, é necessário esta ser potencializada por uma organização bem estruturada com gestão e liderança competentes (Bradshaw e McNamara, 2017).

2.1.1 Tipos de laboratórios

Segundo o IPAC, existem dois tipos de Laboratórios correspondentes nas suas listas de acreditação, desde Laboratórios de Calibração aos de Ensaio.
A função de um laboratório de Calibração é estabelecer, numa primeira etapa, e sob condições especificadas, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões universais e as indicações correspondentes com as incertezas associadas, para posteriormente, numa segunda etapa, utilizar essa informação para estabelecer um resultado de medição, sendo esta feita com equipamentos analógicos e digitais, ou com equipamentos mais sofisticados, que funcionam com a ajuda de *softwares.*
Já os de Ensaios, baseiam-se, como o nome indica, na realização de um procedimento, sob condições específicas, com vista a identificar os requisitos ou as propriedades de um material numa determinada amostra.

Existe uma grande diversidade de laboratórios de calibrações, desde calibração acústica, análises químicas, dimensional, de eletricidade de alta e baixa frequência, como também de corrente contínua, laboratórios de calibrações de temperaturas, de ótica, de tempo e frequência, de vibrações, de dureza, de velocidade e aceleração, de pressão, entre outros.
De um modo geral, os laboratórios de ensaios apresentam variabilidade relacionada com a indústria e com a área clínica, desde alimentação, produtos farmacêuticos, materiais de construção, cosméticos, embalagem, resíduos sólidos, têxteis, solo, genética humana, atividades forenses, entre outros (Ipac.pt, visitado em 12/02/2019).
Os serviços prestados pelos laboratórios são essenciais em toda a sua gama de variação, mas são uma componente fundamental nos sistemas de saúde em todo o mundo, pois fornecem aos médicos informações oportunas, não ambíguas, significativas para auxiliar o diagnóstico clínico do paciente, e criam assim uma resposta, para monitorizar o tratamento correto (Bradshaw e McNamara, 2017).
Também existem laboratórios académicos, que estão mais direcionados para o ensino, inovação e desenvolvimento do técnico-científico (Olewski e Snakard, 2017).
Mas, na sua generalidade, é um componente importante para obter resultados fidedignos e aprovação das amostras ensaiadas em conformidade com as normas estipuladas, consoante a realização de ensaios e calibrações com base na segurança e nos limites impostos.

2.1.2 Qualidade em laboratórios

A eficiência operacional é um princípio fulcral nos negócios, no qual as organizações se esforçam para fornecer produtos ou serviços de alta qualidade, de forma rentável. Os laboratórios não fogem à regra (Reed, Tushman, e Kapadia 2018).
Segundo Thomas Berry (Berte, 2007), "a gestão total da qualidade é uma jornada, não é um destino", a jornada rumo à total gestão da qualidade deve começar com uma compreensão da relação entre as atividades de qualidade de laboratório médico que devem ser projetadas, com a gerência do laboratório e com as atividades técnicas que produzem os resultados laboratoriais para o atendimento ao paciente (Berte, 2007).
A melhor maneira de garantir a qualidade nos seus resultados de teste é implementar um sistema de gestão de qualidade robusto. A ISO adotou a norma ISO 9001 como padrão para estabelecer a qualidade e competência de uma organização, fornecendo assim a qualquer indústria uma estrutura que garanta que os produtos adquiridos atendam aos critérios de qualidade. Por isso o recurso à norma ISO 9001 é o primeiro passo para estabelecer a qualidade de um laboratório (Andiric *et al.*, 2018).
A gestão de laboratório é um dos elementos essenciais da engenharia e da educação técnica (Mohd.Yasin *et al*., 2010).

2.1.3 Normalização em laboratórios

As práticas laboratoriais devem garantir que os resultados dos testes de ensaio e de calibração apresentam a segurança e a confiança para o cliente/paciente. Para que se

proporcione esse tipo de serviço existem leis nacionais e internacionais que cumprem padrões mínimos de qualidade e estabelecem regulamentos específicos para a documentação da preparação dos utilizadores dos ensaios, validação do método e do procedimento, critérios de aceitação dos ensaios, segurança geral do laboratório e garantia de qualidade (Bradshaw e McNamara, 2017).
Por isso as entidades devem ter políticas e procedimentos em vigor que garantam a qualidade do produto. No caso dos laboratórios, a norma que promove a confiança, a competência e a gestão do seu funcionamento é a NP EN ISO 17025. Além de criar a capacidade de gerar resultados válidos, promove também a facilidade de cooperação entre outros laboratórios e organismos de outros países que estiverem em conformidade com este documento, na troca de informação e experiências (Ipac.pt, visitado em 12/02/2019).
Os Laboratórios que estejam em conformidade com este documento funcionarão também, em geral, em conformidade com os princípios da ISO 9001.

2.1.4 Especificidades dos laboratórios

A melhoria da qualidade e a produtividade das atividades laboratoriais, juntamente com as necessidades pessoais, estimulam os administradores dos laboratórios a otimizar constantemente os fluxos de trabalho, a organização e tecnologia envolvidas na entidade industrial. Esta abordagem de melhoria contínua nos laboratórios deve ser conduzida por alterações eficientes de projetos, a fim de maximizar as oportunidades e alcançar o objetivo com sucesso (Croxatto e Greub, 2017).
Para todas estas modificações, é importante assegurar a precisão e o rigor, preservando o tempo de resposta.
Para tal, deve-se definir a missão, visão e objetivos da organização, planear, documentar e estabelecer requisitos de gestão para alcançar a competência técnica. O laboratório deve assegurar o seguinte:

- Desenvolver, documentar, implementar e monitorizar procedimentos de ensaios padrão para todas as tarefas envolventes na sua atividade;
- Nomear colaboradores qualificados, treinados e ambientados com a atividade do laboratório;
- Adquirir equipamentos e instrumentos validados, e assegurar a realização da calibração periodicamente;
- Estabelecer um ambiente industrial saudável e procedimentos de segurança;
- Introduzir práticas de amostragem;
- Usar somente procedimentos analíticos normalizados;
- Implementar o controlo da qualidade por inteiro;
- Participar em formações da avaliação da qualidade, quando disponíveis.

Estes elementos foram definidos nas normas estabelecidas pelas entidades externas que realizam auditorias aos laboratórios, para verificar a implementação dos requisitos definidos e a competência da atividade laboratorial na obtenção de resultados confiáveis e precisos (Handoo e Sood, 2012).

2.1.5 *Erro e incerteza em ensaios*

Apesar dos conceitos de medição do erro e da incerteza serem há muito conhecidos, foi a publicação em 1993 do "*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*" pela ISSO, em colaboração com outra identidades reguladoras, como o BIPM, IEC, IFCC, IUPAC, IUPAP e OIML, que estabeleceu formalmente as regras gerais para avaliar e exprimir o erro e a incerteza da medição numa vasta gama de medições.
Na tabela 1 estão algumas definições importantes para o cálculo do erro e das incertezas em medições, segundo o documento *VIM* (Ipq.pt, visitado em 25/05/2019).

Tabela 1 – Terminologia estabelecida segundo o guia para a determinação da incerteza na medição

Conceito	Definição
Princípio de Medição	Fundamento científico da medição.
Método de medição	Sequência lógica de operações, descritas genericamente, utilizadas na execução de medições.
Mensuranda	Grandeza particular submetida à medição. A especificação de uma mensuranda pode requerer informações acerca de grandezas como o tempo, a temperatura e a pressão.
Resultado de uma medição	Valor atribuído a uma mensuranda, obtido na medição. Quando se usa este termo, deve-se indicar claramente se o resultado da medição se refere a uma indicação de um instrumento. Quando é um resultado bruto, um resultado corrigido ou o resultado de uma média de várias medições, a expressão completa de um resultado de medição deve incluir informação sobre a incerteza da medição.
Instrumento de medição	Dispositivo destinado à execução da medição, isolado ou em conjunto com equipamentos suplementares.
Valor (de uma grandeza)	Magnitude de uma grandeza particular, em geral expressa pelo produto da unidade de medida multiplicada por um número.
Exatidão de medição	Aproximação entre o resultado da medição e o valor verdadeiro da mensuranda.
Repetibilidade dos resultados (de uma medição)	Aproximação entre os resultados de medições sucessivas de uma mesma mensuranda, efetuadas nas mesmas condições de medição.
Reprodutibilidade dos resultados (de uma medição)	Aproximação entre os resultados das medições da mesma mensuranda efetuada consoante as condições da medição.
Incerteza de medição	Parâmetro não negativo associado ao resultado da medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos à mensuranda.

Erro da medição	Diferença algébrica entre o resultado da medição e o valor verdadeiro da mensuranda.
Erro aleatório	Resultado das variações nas medições que não seguem uma tendência fixa.
Erro sistemático	Média que resultaria de um número infinito de medições da mesma mensuranda em condições de repetibilidade subtraída do valor verdadeiro da mensuranda.
Erro máximo admissível (de um instrumento de medição)	Valor extremo do erro admitido pelas especificações, regulamentos, etc., relativos a um dado instrumento de medição.

A definição de incerteza na linguagem comum está associada ao conceito geral de dúvida. Incerteza de medição não implica que se coloquem dúvidas sobre a validade de uma medição, antes pelo contrário, o conhecimento da incerteza implica confiança na validade do resultado de uma medição (o resultado de uma medição é uma estimativa ou aproximação do valor da mensuranda, e só poderá considerar-se completo quando acompanhado da indicação de uma incerteza). Por isso, a expressão de um resultado de medição só está completa quando contém o valor atribuído à mensuranda e a incerteza de medição associada a esse valor, bem como a sua distribuição, que usualmente consideramos normal por diversas razões (a mais comum é o Teorema do Limite Central e suas variantes) (Wilhelm, Hocken, e Schwenke, 2001).
É importante distinguir o erro da incerteza das medições.
No esquema da figura 2, encontram-se as diferenças encontradas.

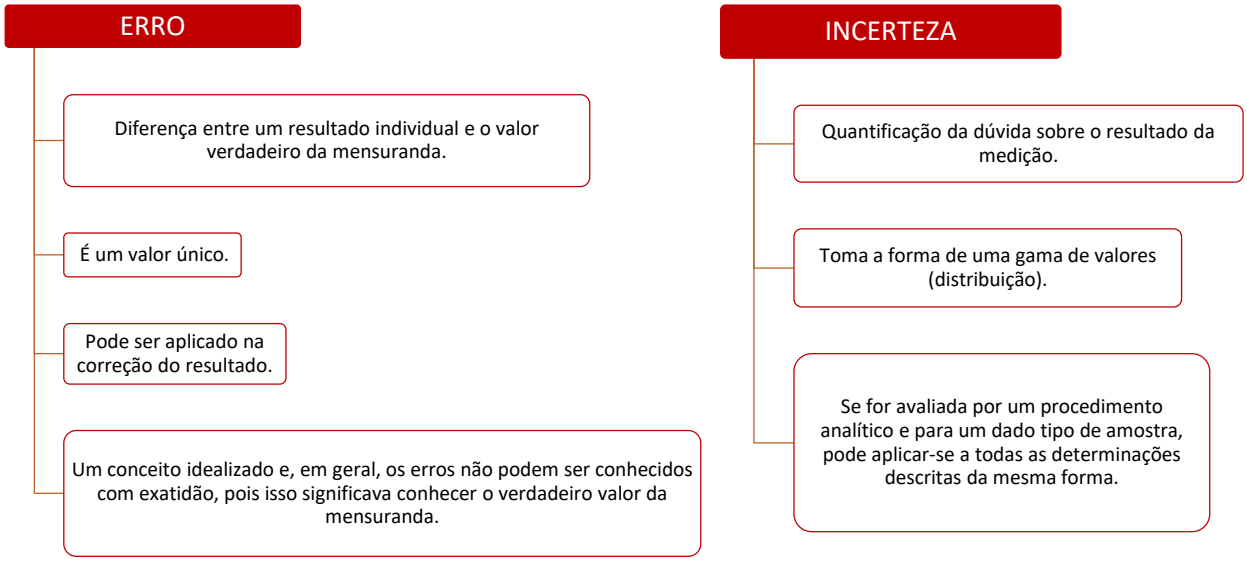


Figura 2 – Diferenças entre o erro e a incerteza nas medições, baseado (Wilhelm, Hocken, e Schwenke,2001)

2.1.5.1 Determinação do erro de medição

Os erros de medição são classificados em erro aleatório e erro sistemático, diferenciados e explicados anteriormente, dependendo da forma com o influenciam as medições.

Dado que todas as medições estão afetadas por erros, por mais rigoroso que o ser humano possa ser, nunca se obtém resultados exatos. Por isso, é essencial determinar o grau de afastamento dos valores da medição ideal (valor verdadeiro) resultante de condições, instrumentos e operadores perfeitos. Esse valor, meramente utópico, permite determinar o erro absoluto (equação 1) e o erro relativo (equação 2).

$$Erro\ absoluto = Valor\ medido - Valor\ verdadeiro \quad (1)$$

Sendo que o erro absoluto pode tomar o valor positivo ou negativo, consoante a posição do valor medido em relação ao valor verdadeiro, se for superior, é um erro absoluto positivo, caso contrário é negativo.

$$Erro\ relativo\ (\%) = \frac{Erro\ absoluto}{Valor\ verdadeiro} \times 100 \quad (2)$$

Ao simétrico algébrico do erro dá-se o nome de correção, representado na equação 3.

$$Correção = -Erro \quad (3)$$

Este termo é importante, porque para uma dada medição que é afetada por um determinado erro, o valor correto da mesma deve ser obtido mediante a correção do resultado da medição.

2.1.5.2 Determinação da Incerteza de medição

Em muitos casos, uma mensuranda Y não é medida diretamente, mas é determinada por um certo número de grandezas de entrada X_i (*i=1, 2, …, N)* de acordo com a relação funcional:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N) \quad (4)$$

Frequentemente, a função f será uma expressão analítica, mas também pode ser um grupo de expressões que incluam correções e fatores de correção para efeitos sistemáticos. Além disso, a função f, pode ser determinada experimentalmente, ou existir apenas como um algoritmo informático que tem de ser avaliado numericamente, ou pode ser uma combinação de todas estas formas.

O conjunto das grandezas de entrada pode ser agrupado em duas categorias, de acordo com o modo como o valor da grandeza e a incerteza associada foram determinadas:

- As grandezas cuja estimativa e incerteza associadas são determinadas diretamente numa medição corrente. Esses valores podem ser obtidos, por exemplo, de uma simples observação, de observações repetidas, ou de avaliação baseada na experiência;
- As quantidades, cuja estimativa e incerteza associada são provenientes de origens externas à medição, tais como grandezas associadas aos padrões de medição calibrados, materiais de referência certificados ou dados de referência obtidos de manuais.

Uma estimativa da mensuranda *Y*, estimativa da grandeza de saída designada por *y,* é obtida da equação (5) usando estimativas das grandezas de entrada x_i para os valores de *Xi*.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_N) \quad (5)$$

Para variáveis aleatórias, a variância da sua distribuição, ou a sua raiz quadrada positiva, chamada desvio-padrão, é utilizada como uma medida da dispersão dos valores, a assimetria e o achatamento são utilizados como avaliação de proximidade à normalidade. A incerteza de medição padrão, associada à estimativa da grandeza de saída ou resultado de medição *y*, designa-se por *u(y),* é o desvio-padrão da mensuranda *Y*. Tem de ser determinada a partir das estimativas x_i das grandezas de entrada X_i e das suas incertezas-padrão associadas *u(xi).* A incerteza-padrão associada a uma estimativa, tem a mesma dimensão da estimativa.

2.1.5.2.1 Avaliação da incerteza de medição nas estimativas das grandezas de entrada

De acordo com o método de determinação, a incerteza pode ser classificada por dois tipos: a do "Tipo A" ou do "Tipo B".
A incerteza do Tipo A resulta de uma determinação baseada em análise estatística de uma série repetida de observações, medidas em condições idênticas (repetibilidade), ou de uma análise de regressão apropriada. O parâmetro calculado em termos de análise estatística é o desvio-padrão.
No entanto, a incerteza Tipo B resulta de métodos de cálculo não estatísticos, baseada em conceitos científicos (Ipac.pt, visitado em 09/03/2019).

2.1.5.2.1.1 Avaliação da incerteza do Tipo A

A avaliação da incerteza Tipo A tem lugar quando se tem várias observações independentes da grandeza de entrada X_i, tendo havido condições semelhantes durante a respetiva medição. Haverá sempre uma dispersão dos valores obtidos, podendo ocorrer casos em que as variações são assumidas como zero devido a uma insuficiente resolução do equipamento de medição utilizado.
À grandeza de entrada *Xi* medida de modo repetitivo, vai-se chamar *Q*. Quando n medições ($n>1$) são estatisticamente independentes, a estimativa de *Q* é a média aritmética, q , dos valores individualmente medidos q_j ($j=1,2,\dots,n$),

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j \quad (6)$$

A variância experimental (chama-se experimental porque se refere a uma amostra e não a uma população) é uma estimativa que corresponde à distribuição de probabilidade da distribuição relacionada com a dispersão de resultados.
A variância experimental $s^2(q)$ dos valores q_j é dada por:

$$s^2(q_j) = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2 \quad (7)$$

A estimativa da variância e a respetiva raiz quadrada – o desvio padrão experimental – caraterizam a variabilidade dos valores observados q_j, ou seja, a dispersão da média q.
Ao calcular a média, tem-se mais confiança no resultado obtido se tivermos feito maior número de observações. Assim, tem-se que fazer uma estimativa daquilo a que se chama variância experimental da média, a qual é determinada pela seguinte expressão:

$$s^2(\bar{q}) = \frac{s^2(q)}{n} \quad (8)$$

Ao determinar a raiz quadrada desta variância, obtém-se o chamado desvio-padrão experimental da média. De agora em diante, vai-se passar a chamar ao desvio-padrão incerteza-padrão *u(q)* da estimativa da grandeza de entrada $\bar{q}$, pelo que:

$$u(\bar{q}) = s(\bar{q}) = u(x_i) \quad (9)$$

Nota: Geralmente, quando o número n de medições repetidas é pequeno (*n*<10), terá de se ter em consideração a fiabilidade da avaliação de Tipo A da incerteza de medição, expressa pela equação anterior. Na metrologia em geral, e mesmo nas calibrações, é muito vulgar utilizar-se um número de 3 ou 5 observações repetidas. É evidentemente muito pouco para se considerar um tratamento estatístico definitivo. Daí que deverá haver um tratamento final que compense de algum modo os efeitos desta tão pequena amostragem (mesmo que seja de 5 repetições) (Ipac.pt, visitado em 09/03/2019).

2.1.5.2.1.2 Avaliação da incerteza do Tipo B

Quando existem valores x_i estimados de uma quantidade de entrada X_i que não tenha sido obtida de observações repetidas, a incerteza-padrão $u(x_i)$ é avaliada por apreciação científica baseada em toda a informação disponível sobre a variabilidade possível de X_i. A esta categoria. pertencem valores provenientes de:

- Dados de medições prévias;
- Experiência de/ou conhecimento geral do comportamento e propriedades de materiais e instrumentos relevantes;
- Especificações do fabricante;
- Dados provenientes de certificados de calibração;
- Incertezas atribuídas a dados de referência provenientes de manuais.

O uso adequado da informação disponível para uma avaliação de Tipo B da incerteza-padrão da medição, exige experiência e conhecimento específico. É um saber que pode ser aprendido com a prática. Uma avaliação de Tipo B pode ser tão fiável como uma avaliação de Tipo A da incerteza-padrão, especialmente numa situação de medição em que a avaliação de Tipo A é baseada apenas num número comparativamente pequeno de observações estatisticamente independentes. Os seguintes casos devem ser individualizados:

- Se para a grandeza X_i apenas for conhecido **um único valor**, isto é, um único valor medido, ou um valor resultante de uma medição anterior, ou um valor de referência da literatura ou um valor de correção, esse valor deve ser usado como o valor estimado x_i A incerteza-padrão $u(x_i)$ associada a x_i quando dada, deve ser adotada. De outro modo, deve ser calculada a partir de dados inequívocos da incerteza. Se não houverem tais dados, a incerteza deve ser avaliada com base na experiência;

- Se for possível admitir uma certa **distribuição de probabilidade** para a grandeza baseada na teoria ou na experiência, então, deve ser utilizado o correspondente valor esperado e a raiz quadrada da variância desta distribuição como a estimativa x_i e a incerteza-padrão associada $u(x_i)$, respetivamente;

- Se só for possível estimar os **valores dos limites superior e inferior**, a_+ *e* a_-, da grandeza X_i (por exemplo, especificações do fabricante, resolução do indicador, tolerância de normas, gama de valores, erro de arredondamento, erro de truncagem), então deve ser usada uma distribuição de probabilidade com densidade de probabilidade constante entre limites (distribuição de probabilidade retangular ou, como se diz em estatística, uniforme no intervalo *]a-, a+[*) sobre a variabilidade possível de X_i (Ipq.pt, visitado em 25/05/2019).

$$x_i = \frac{1}{2}(a_+ + a_-) \tag{10}$$

para os valores estimados respetivos, e

$$u^2(x_i) = \frac{1}{12}(a_+ + a_-)^2 \tag{11}$$

para o quadrado da incerteza-padrão. Se a diferença entre os valores limite for chamada *2a*, então a equação anterior fica:

$$u^2(x_i) = \frac{1}{3}a^2 \tag{12}$$

A distribuição retangular (Tipo B-R) é um modelo de descrição razoável quando, em termos de probabilidade, se encontra numa situação de conhecimento insuficiente da grandeza de entrada X_i, isto é, na ausência de qualquer outra informação que não seja a dos seus limites de variabilidade. Mas, se for conhecido à priori que os valores centrais da grandeza são mais prováveis que os valores limite, deverá ser usada uma distribuição triangular ou norma (Tipo B-N) (Ipac.pt, visitado em 09/03/2019).

Reprodutibilidade

A reprodutibilidade refere-se à precisão de um método efetuado em condições de ensaio diferentes, utilizando o mesmo método de ensaio, sobre uma mesma amostra, fazendo-se variar as condições de medição, tais como:

- diferentes operadores;
- diferentes laboratórios;
- diferentes equipamentos;
- e/ou épocas diferentes.

Nos ensaios em que o número de repetições (nas medições) em cada condição de ensaio for menor que 10 (que são os casos que vão ser analisados nesta dissertação), deve-se optar pelo seguinte método de cálculo.

Considere-se a reprodutibilidade uma incerteza do Tipo B retangular (B-R), devido ao conhecimento insuficiente da grandeza de entrada, e ausência de qualquer outra informação que não sejam os limites de variabilidade. Considere-se, também, como limites superior e inferior a média mais alta e a média mais baixa, respetivamente, das repetições em cada condição de ensaio (por exemplo, diferentes operadores). Seja *2a* a diferença entre a média mais elevada e a média mais baixa, assim a variância (quadrado da incerteza-padrão) é dada por:

$$u^2 = \frac{a^2}{3} \tag{13}$$

Logo, a incerteza-padrão é dada por:

$$u = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{máximo\ (média\ das\ operações) - mínimo\ (média\ das\ operações)}{\sqrt{3}} \quad (14)$$

2.1.5.2.2 Cálculo da incerteza padrão combinada

A informação obtida na secção anterior consiste num certo número de contribuições quantificadas, para a incerteza total, quer elas sejam associadas com fontes individuais ou com efeitos combinados de várias fontes. A incerteza-padrão aqui calculada tem o valor de um desvio padrão e também se pode chamar "incerteza-padrão combinada", pois resulta da combinação das incertezas padrão dos componentes. A incerteza-padrão combinada corresponde a uma incerteza-padrão da estimativa da grandeza de saída, que como já foi visto anteriormente, é designada por *y.*

O quadrado da incerteza-padrão da estimativa da grandeza de saída (variância combinada) é o resultado da soma do quadrado das incertezas padrão associadas a cada componente de incerteza, afetado de um coeficiente de sensibilidade:

$$u^2(y) = \sum_{j=1}^{n} {u_i}^2\,(y) \quad (15)$$

A grandeza $u_i(y)$ com ($i=1,2,\ldots,N$) é a contribuição para a incerteza-padrão associada à estimativa da grandeza de saída *y*, resultando da incerteza-padrão associada à estimativa da grandeza de entrada x_i:

$$u_i(y) = c_i \times u(x_i) \quad (16)$$

em que c_i é o coeficiente de sensibilidade associado à estimativa da grandeza de entrada x_i, isto é, a derivada parcial do modelo matemático, *f*, em relação a X_i, avaliada nas estimativas x_i da grandeza de entrada,

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} \quad (17)$$

O coeficiente de sensibilidade c_i descreve como a grandeza estimada de saída *y* é influenciada pelas variações de cada uma das estimativas das grandezas de entrada x_i. Assim,

$$u_i(y) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right) \times u(x_i) \quad (18)$$

Pode-se representar uma expressão global para a incerteza-padrão da estimativa da grandeza de saída (para variáveis não correlacionadas), como se segue:

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} {c_i}^2 \times u^2(x_i)} \quad (19)$$

2.1.5.2.3 Cálculo da incerteza de medição expandida

A incerteza expandida *U* é obtida multiplicando a incerteza padrão combinada, *u(y),* por um fator de expansão *k* (Ipac.pt, visitado em 09/03/2019)

$$U = k \times u(y) \tag{20}$$

A incerteza expandida é necessária para fornecer um intervalo em torno do resultado da medição com o qual se abranja uma extensa fração da distribuição de valores que podem ser razoavelmente atribuídos à mensuranda. Ao escolher um valor para o fator de expansão, k, vários aspetos devem ser tomados em consideração, incluindo o nível de confiança exigido, alguns conhecimentos das distribuições e algum conhecimento do número de valores usados na estimativa dos efeitos aleatórios. Para a maioria dos fins, recomenda-se que *k* seja igual a 2 (mas depende do contexto em que se está a trabalhar). Contudo, este valor de *k* pode ser insuficiente quando a incerteza-padrão combinada é baseada em observações estatísticas com relativamente poucos graus de liberdade. A escolha de *k* depende então do número efetivo de graus de liberdade.
O número de graus de liberdade efetivos, V*ef*, para a incerteza-padrão combinada, também pode ser estimado, obtendo-se a fórmula de Welch-Satterthwaite (Ipac.pt, visitado em 09/03/2019):

$$v_{ef} = \frac{u^4(y)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{u^4(y)}{v_i}} \tag{21}$$

O fator de expansão *k* será determinado pela Tabela 2 (baseada numa distribuição *t-Student* para uma probabilidade de 95,45%):

Tabela 2 – Valores do fator de expansão (*k*)

v_{ef}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	50	∞
k	13.97	4.53	3.31	2.87	2.65	2.52	2.43	2.37	2.28	2.13	2.05	2.00

2.2 Certificação de Laboratório

A certificação e acreditação de laboratórios são processos projetados para fornecer a garantia dos resultados dos ensaios, isto é, a capacidade que um laboratório possui para responder aos padrões mínimos de qualidade definidos por regulamentos locais, regionais e nacionais na sua atividade industrial. A certificação pode ser fornecida pelo governo ou por uma entidade externa privada aprovada para esses fins (Rauch e Nichols, 2007).
Assim, o principal benefício da acreditação de laboratórios é formalmente reconhecer o laboratório como competente para realizar testes específicos, tornando-se numa ferramenta de *marketing* eficaz, quando existe competição de escolha entre laboratórios para a apresentação de propostas de análises de um cliente. A disponibilidade de uma lista de laboratórios acreditados facilita esse processo de escolha e garante resultados precisos e confiáveis. Alem disso, proporciona poupança

de custos associados a reamostragem e repetição de testes dispendiosos, pois o lema de um produto acreditado é “uma vez testado, aceite em todo o lado”. Deve ainda salientar-se que é feita uma avaliação imparcial às atividades laboratoriais, resultando na melhoria de procedimentos e responsabilidades definidas (Upmann e Stephan, 2014).
A introdução de padrões internacionais de qualidade, competência e ambiente em laboratórios é um crescente interesse nas indústrias (Morgado, Silva, e Fonseca, 2019).

2.2.1 Norma EN ISO 9001:2015

A ISO 9000 foi desenvolvida para fornecer à indústria internacional uma estrutura que garanta que os produtos adquiridos estejam em conformidade com os critérios de qualidade (Lehmann, 1998). A adoção de um sistema de gestão da qualidade é uma decisão estratégica da organização que satisfaz as necessidades, expetativas e satisfação dos clientes, a liderança, compromisso das pessoas, uma abordagem por processos, melhoria, tomada de decisão baseada em evidências, e gestão das relações. Para isso acontecer, deve-se proporcionar as boas práticas de gestão da qualidade através da implementação da ISO 9001, que formaliza os requisitos de qualidade universais impostos numa organização (Fonseca e Domingues, 2016).
Implementar um sistema de gestão da qualidade baseado na norma ISO 9001:2015 numa organização proporciona a aptidão de fornecer de forma consistente produtos e serviços que satisfaçam tanto os requisitos dos clientes como as exigências estatuárias e regulamentares aplicáveis, facilitar oportunidades para aumentar a satisfação do cliente, abordar os riscos e oportunidades associados ao seu contexto e objetivos, e fornecer a aptidão para demonstrar a conformidade com requisitos específicos do sistema de gestão da qualidade.
Todos os requisitos da norma ISO 9001:2015 são genéricos e pretende-se que sejam aplicáveis a qualquer organização, independentemente do seu tipo ou dimensão, a prestação dos produtos e serviços (Ipq.pt, visitado em 25/05/2019).

2.2.2 Definição de acreditação

Depois de uma organização garantir a melhoria da qualidade no seu funcionamento pode posteriormente adquirir a aprovação da sua competência técnica para realizar as suas funções, por uma entidade exterior. Esse processo chama-se 'Acreditação'. O termo é derivado da palavra latina *accredo*, que significa "ceder a crença de um para outro" (Upmann e Stephan, 2014).
A acreditação pode ser definida simplesmente como reconhecimento formal ou aprovação de algo ou alguém. Ou, como Merriam-Webster afirmou (Collins, 2018), "para reafirmar que algo é bom o suficiente para ser aprovado oficialmente".
É um processo formal de avaliação de organizações, com o intuito de verificar as suas políticas e procedimentos, a sua competência industrial e a garantia das suas boas práticas da qualidade, validadas com os padrões universais estabelecidos (Collins, 2018).

A acreditação é uma certidão emitida por um organismo autorizado que, através da avaliação dos atributos, características, qualidade, qualificação de indivíduos ou organizações, bens ou serviços, procedimentos ou processos, eventos ou situações, declara a conformidade de acordo com os requisitos ou padrões estabelecidos (Watson e Jones, 2013), emitindo um certificado de acreditação.

Esta certidão é relevante para muitas organizações com as quais se interage diariamente, desde fabricas industriais, programas de universidades, creches, laboratórios médicos, aeroportos, entre outros, visto que é de natureza voluntária. Contudo, num número crescente de áreas, o respetivo enquadramento legislativo identifica a acreditação como condição necessária para o exercício de atividade (Handoo e Sood, 2012).

Uma organização que esteja interessada em acreditar a sua atividade, deve passar pelos seguintes passos:

- Apresentação da candidatura a uma entidade de certificação;
- Avaliação da candidatura apresentada;
- Proposta e nomeação da equipa avaliadora;
- Avaliação presencial da entidade candidata, com identificação dos eventuais incumprimentos dos requisitos aplicáveis;
- Proposta, pela entidade candidata, de um plano de ações corretivas desses incumprimentos e envio das respetivas evidências de implementação;
- Apreciação da resposta;
- Decisão de acreditação;

Todo este processo pode demorar cerca de 3 a 12 meses, consoante o desempenho da entidade candidata à acreditação (Ipac.pt, visitado em 21/04/2019).

No entanto, após a acreditação de laboratórios por uma entidade responsável, a organização acreditada deve ter em atenção a inspeção diária in loco, como um fator crucial para garantir e manter a confiabilidade dos seus resultados e estabelecer padrões (Jones 2016). São realizadas inspeções regulares como parte do processo da atuação da acreditação num estabelecimento industrial, para garantir a conformidade contínua com padrões regulamentados (Rauch e Nichols, 2007).

Os principais benefícios da acreditação de laboratórios são numerosos e incluem:

- Programas de garantia de qualidade documentados formalmente;
- Políticas e procedimentos para gerir registos;
- Procedimentos de ação corretiva;
- Responsabilidade perante uma autoridade externa;
- Maior nível de confiança do cliente (Collins, 2018).

2.2.3 História da acreditação

Os termos “Acreditação” e “Certificação” são frequentemente usados alternadamente por aqueles que não entendem o que eles significam. Eles têm significados diferentes e devem ser usados corretamente. São atividades que diferem, quer quanto aos objetivos, quer quanto às normas que utilizam (Watson e Jones, 2013).

A certificação (de sistemas de gestão) é uma atividade de avaliação da conformidade, que visa demonstrar que a entidade tem um sistema de gestão credível. Já a acreditação reconhece a competência técnica das entidades para executar determinadas atividades cumprindo requisitos estruturais, técnicos e ainda de sistema de gestão, de modo a garantir a fiabilidade dos resultados dessas atividades (Ipac.pt, visitado em 21/04/2019).
Em termos de origem, não há uma data certa, há registos de um doutor e professor hospitalar norte- americano que, em 1910, desenvolveu um trabalho onde monitorizava e avaliava os resultados dos tratamentos e procedimentos cirúrgicos realizados no Hospital, com o objetivo de identificar ocorrências negativas na assistência prestada, até ter proporcionado a criação de um comité de cirurgiões, que desenvolveu alguns padrões mínimos. Com o decorrer dos anos e experiência, publica o primeiro Manual de Padrões para Acreditação Hospitalar e inicia a oferta de um programa de Acreditação nos Estados Unidos.
Já na Europa, a União Europeia designou um único organismo nacional de acreditação, tendo em Portugal essa missão sido atribuída ao IPAC, conforme disposto no Decreto-lei n.º 23/2011, de 11 de Fevereiro. O IPAC atua sob a supervisão do Ministro responsável pela Economia, embora a sua área de intervenção abranja praticamente todos os sectores de governação (Ipac.pt, visitado em 21/04/2019).

2.2.4 Norma NP EN ISO 17025

A ISO 17025: 2017 refere-se aos requisitos gerais para a competência dos laboratórios de ensaio e calibração (Watson e Jones, 2013). O objetivo da gestão do laboratório, de acordo com a NP EN ISO 17025, é configurar um sistema de gestão de qualidade com os requisitos universais impostos (Hou *et al*., 2019).
O padrão de acreditação para laboratórios foi aceite internacionalmente para substituir os padrões anteriormente desenvolvidos em países individuais ou regiões (Passmore, 2014).
A norma NP EN ISO 17025 é um documento que especifica os requisitos gerais de competência, imparcialidade e funcionamento consistente dos laboratórios, sendo aplicável a todas as organizações que realizam atividades laboratoriais, independentemente do número de pessoas, e é utilizado por clientes dos laboratórios, autoridades reguladoras, organizações e esquemas que utilizem avaliação entre pares, organismos de acreditação e outros, para confirmar ou reconhecer a competência dos laboratórios.
Segundo a norma, estão retratados cinco requisitos essenciais para a acreditação do laboratório, dos quais (Lynch, 2018):

- Requisitos gerais;
- Requisitos de estrutura;
- Requisitos de recursos;
- Requisitos de processo;
- Requisitos do sistema de gestão;

2.2.4.1 Requisitos gerais

Nos requisitos gerais são mencionados a imparcialidade e confidencialidade, explicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Requisitos gerais, baseado na Norma NP EN ISO 17025

Condições	Aplicação
IMPARCIALIDADE	Todas as atividades do laboratório devem ser realizadas com imparcialidade, como também os órgãos de gestão na sua função, não permitindo as pressões comerciais, financeiras ou outras interferirem com a imparcialidade. Deve ser capaz de eliminar ou minimizar o risco à imparcialidade.
CONFIDENCIALIDADE	O laboratório, incluindo os colaboradores, sistema de gestão, fornecedores e pessoal de organismos externos intervenientes com o mesmo devem, através de compromissos juridicamente vinculados, manter toda a informação relacionada com a atividade laboratorial e com as informações dos clientes confidencial, a menos que autorizado pelos intervenientes.

2.2.4.2 Requisitos de estrutura

Em termos de estrutura, o laboratório deve ser uma entidade com personalidade jurídica própria, ou referente a outra entidade, de modo que possa ser legalmente responsabilizado pelas suas atividades.
O laboratório deve definir:

- A responsabilidade dos órgãos de gestão de forma explícita, como também de todos os intervenientes;
- Operações técnicas;
- Serviços de apoio/suporte;
- Documentação dos procedimentos laboratoriais.

Os intervenientes devem possuir a capacidade de implementação, manutenção e melhoria da gestão, da identificação de desvios de conformidade nas suas ações e encontrar ações para corrigir esses mesmos desvios, assegurando a eficácia nas atividades laboratoriais.

2.2.4.3 Requisitos de recursos

Considerar todos os modos de operação dos equipamentos, procura de pessoas com conhecimento avançado em atualizações inovadoras nos laboratórios, disponibilidade de tempo em orçamentação e estruturação, são pontos cruciais para o desenvolvimento e inovação de um laboratório (Cadwallader e Pawelko, 2018).

Em termos de recursos, o laboratório tem que apresentar algumas considerações em relação ao pessoal, às instalações e condições ambientais, ao equipamento, à rastreabilidade metrológica, aos produtos e serviços adquiridos a fornecedores externos, conforme exposto na Tabela 4.

Tabela 4 – Requisitos de recursos, baseado na Norma NP EN ISO 17025

Condições	Aplicação
PESSOAL	O pessoal interveniente nas atividades laboratoriais deve atuar de forma imparcial e ser competente na sua atividade industrial. O laboratório deve documentar os requisitos de competência de cada um e apresentar formas de registos dos mesmos, desde os requisitos de escolaridade, qualificações, formação, conhecimentos técnicos e experiência. Deve também comunicar de forma explícita os deveres, responsabilidades e autoridade dos participantes no ambiente laboratorial, para posteriormente, monitorizar e avaliar o seu desempenho (Huang *et al.*, 2019).
INSTALAÇÕES E CONDIÇÕES AMBIENTAIS	As instalações e as condições ambientais devem ser adequadas às atividades do laboratório e não devem afetar negativamente a validade dos resultados, sendo que os laboratórios necessitam de documentar essas mesmas condições. Durante as atividades laboratoriais, deve-se monitorizar, controlar e registar as condições ambientais de acordo com as especificações.
EQUIPAMENTO	O laboratório deve ter acesso ao equipamento, incluindo, mas não se limitando a, instrumentos de medição, *softwares,* padrões de medição, materiais de referência. Todos os procedimentos, manuseamento, transporte, armazenamento, manutenção dos equipamentos devem estar documentados e disponíveis para o utilizador. A precisão e incerteza de medição devem ser determinada em todas as operações. A calibração do equipamento é um ponto essencial para obter-se a rastreabilidade metrológica dos resultados pretendidos. Por isso, é necessário estabelecer um programa de calibração. Deve estar etiquetado com a última data da calibração e a data da próxima a ser realizada. Quando o equipamento está fora de uso, também é preciso identifica-lo com uma etiqueta para informar o utilizador do equipamento (Sandle, 2016).

	O laboratório tem que possuir medidas para evitar ajustes não intencionais/não previstos do equipamento, garantindo a validade dos resultados.
RASTREABILIDADE METROLÓGICA	O laboratório deve estabelecer a rastreabilidade metrológica dos resultados de medição, para que o resultado possa estar de acordo com o sistema internacional de unidades (SI), para garantir a comparabilidade dos seus resultados a nível nacional e internacional. Devem ter a especificação da grandeza a medir, realizar uma cadeia de calibrações associadas a referências declaradas e apropriadas, garantir que a incerteza de medição é avaliada de acordo com os métodos definidos. Por isso, é importante apresentar declarações de conformidade com a apresentação dos resultados de medição e incertezas associadas, para não danificar a rastreabilidade metrológica.
PRODUTOS E SERVIÇOS ADQUIRIDOS A FORNECEDORES EXTERNOS	O laboratório deve garantir que os produtos e serviços, fornecidos exteriormente, são adequados. Deve existir comunicação dos requisitos impostos, dos quais, o tipo de produto e serviço a ser prestado, critérios de aceitação, competência, e as atividades que se pretendam realizar nas instalações do fornecedor externo. Em termos de registos, deve existir um procedimento que defina, retifique e aprove os produtos/serviços, os critérios de avaliação, o desempenho, a conformidade dos resultados/produtos do outro laboratório/fornecedor de serviços e tomada de medidas quando algo não está em conformidade com esse mesmo procedimento.

2.2.4.4 Requisitos de processo

É necessário ter em atenção vários aspetos relacionados com o processo, explicados na Tabela 5. Em geral, em todos os pontos é preciso que os registos sejam feitos devidamente e de forma clara e inequívoca.

Tabela 5 – Requisitos de processo, baseado na Norma NP EN ISO 17025

Condições	Aplicação
ANÁLISE DE CONSULTAS, PROPOSTAS E CONTRATOS	O laboratório deve conter um procedimento onde os requisitos e os métodos estejam devidamente definidos, documentados e compreendidos. Deve sempre avisar o cliente, quando o método solicitado por este é inapropriado e/ou desatualizado. Esse mesmo procedimento deve conter a capacidade e recursos do laboratório para satisfazer os pedidos, além de

	informação importante para o cliente, mais especificamente, em situações que necessitem de atividades laboratoriais externas. Cada contrato deve ser aceite pelas duas entidades interessadas. Caso se recorra a alterações dos pressupostos do contrato inicial, este deve ser novamente revisto, alterado e assinado pelas duas partes. Devem ser retidos/conservados registos de análises, incluindo quaisquer modificações significativas.
SELEÇÃO, VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS	A entidade deve utilizar métodos e procedimentos adequados para todas as atividades envolventes do laboratório, como também na avaliação da incerteza de medição e na análise dos dados. O laboratório deve validar métodos não normalizados métodos desenvolvidos pelo próprio laboratório. Todos esses métodos e procedimentos devem estar documentados e disponíveis para o colaborador e, se for o caso, para o cliente. Da mesma forma, todos os registos de verificação realizados devem estar acessíveis aos intervenientes do laboratório (Antonelli *et al.,* 2018*)*.
AMOSTRAGEM	O laboratório deve possuir um plano e método de amostragem para ensaios ou calibrações subsequentes. No documento do método deve estar explícito a seleção da amostra, o plano de amostragem, a preparação e tratamento da amostra. Devem ser mantidos todos os registos associados à amostra, desde a sua identificação e do operador que a adquire, o equipamento usado, condições ambientais e de transporte, entre outras.
MANUSEAMENTO DE ITENS DE ENSAIO OU CALIBRAÇÃO	Devem ser tomadas medidas para evitar a deterioração, contaminação, perda ou danos no item durante a sua estadia no laboratório em questão. Por isso, este deve possuir um procedimento para o transporte, receção, manuseamento, proteção, armazenamento, retenção, eliminação ou devolução dos mesmos. Para que isto seja possível, deve possuir um sistema de identificação inequívoca de itens de ensaio ou calibração, para nunca perder a amostra.
REGISTOS TÉCNICOS	A entidade deve assegurar os registos técnicos, tanto de dados originais e emendados, como para cada atividade do laboratório, contendo os resultados e fatores que os influenciam. Devem conter a data e a identificação das pessoas responsáveis.

AVALIAÇÃO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO	O laboratório deve identificar as contribuições para a incerteza de medição e da calibração nos ensaios.
GARANTIR A VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS	Os resultados devem ser registados, para que as tendências sejam detetáveis e, sempre que praticável, devem ser aplicadas técnicas estatísticas na análise dos resultados. Estes documentos devem ser monitorizados, quando possível por comparação com outros laboratórios e também através da participação em ensaios de aptidão.
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	Os resultados, apresentados de forma exata, clara, inequívoca e objetiva, devem ser revistos e autorizados antes de serem emitidos. Devem ser expostos sob a forma de relatório, com toda a informação necessária para o cliente e requerida pelo método utilizado. O relatório deve conter um título, nome e morada do laboratório, nome e informação sobre o cliente, a identificação do método usado e a sua referência, data de amostragem e do ensaio, data da emissão do relatório, e identificação clara dos resultados e dos desvios do ensaio. Consoante o tipo de laboratório, a norma específica alguns aspetos importantes associados aos relatórios de resultados de laboratórios de ensaio e de calibração. Também é referido os requisitos dos relatórios de conformidade. Quando um relatório emitido é modificado com alguma alteração ou corrigido, deve-se proceder à criação de um novo documento, identificando-o de forma inequívoca, fazendo referência ao anterior.
RECLAMAÇÕES	A entidade laboratorial deve possuir um processo documentado para receber, avaliar e tomar decisão em relação às reclamações. O processo de tratamento de reclamações deve incluir inicialmente a recolha e verificação de toda a informação necessária para validar a reclamação, investigando de seguida a origem da reclamação e por último, apresentar e disponibilizar as ações tomadas para a sua resolução. A pessoa que valida as conclusões da reclamação deve ser alguém que não esteja envolvido na origem da reclamação.
TRABALHO NÃO-CONFORME	O laboratório deve ter um procedimento onde são definidas as responsabilidades e autoridades na gestão do trabalho não-conforme e as ações a ser tomadas. Deve manter os registos de todo o trabalho não-conforme e das ações corretivas.

CONTROLO DE DADOS E GESTÃO DA INFORMAÇÃO	Os sistemas de gestão da informação do laboratório devem estar protegidos contra acesso não autorizado e salvaguardados contra manipulação e perda. Devem ser mantidos de forma a assegurar a integridade dos dados e informação. Instruções, manuais e dados referenciais relevantes para o sistema de gestão da informação, devem estar disponíveis para todos os colaboradores. Os cálculos e as transferências de dados devem ser submetidos a verificações apropriadas de forma sistemática.

2.2.4.5 Requisitos do Sistema de gestão

A gestão da qualidade no laboratório envolve a especificação dos requisitos impostos para diferentes situações e garante que as características inerentes da medição ou ensaio laboratorial preenchem os requisitos, isto é, a finalidade pretendida. Um sistema de gestão da qualidade é o mecanismo para assegurar a qualidade desejada (Burnett, 2010).

Segundo a norma ISO 17025, existem duas opções de sistemas de gestão possíveis para definir a segurança e a globalização dos resultados da atividade laboratorial, denominadas como opção A e B, além de cumprirem os requisitos expostos nos pontos anterior.

A opção A enumera os requisitos mínimos para a implementação de um sistema de gestão num laboratório, expostos na Tabela 6.

Tabela 6 – Condições que garantem um sistema de gestão do Tipo A, baseado na Norma NP EN ISO 17025

Condições	Aplicação
Documentação do sistema de gestão	Devem estabelecer e documentar políticas e objetivos que abrangem a competência, a imparcialidade e o funcionamento da entidade a todos os níveis da organização do laboratório, com a garantia da acessibilidade a todos os envolvidos.
Controlo de documentos do sistema de gestão	Deve assegurar que os documentos são aprovados pelas pessoas responsáveis antes da sua emissão, e revistos periodicamente, conforme necessário, com a identificação das alterações e do estado final do documento. O laboratório deve acautelar o desuso dos documentos obsoletos.
Controlo de registos	A entidade deve implementar controlo de identificação, armazenamento, proteção, cópia de segurança, arquivo, recuperação, tempo de retenção e eliminação nos seus registos.

Ações para abordagem de riscos e oportunidades	Para manter os resultados esperados, atingir o propósito e objetivos do laboratório e prevenir ou reduzir os impactos indesejáveis e potenciais falhas, obtendo a melhoria, devem planear as ações para abordar esses riscos e oportunidades. Deve ser sempre avaliada a sua eficácia e o seu impacto.
Melhoria	O Laboratório deve identificar e selecionar oportunidades de melhoria e implementar as ações necessárias.
Ações corretivas	É essencial manter os registos antes e após a ocorrência da não conformidade. Quando esta ocorre, a entidade responsável deve tomar ações para controlar e corrigir, identificando as possíveis causas e efeitos para implementar as ações corretivas eficazes.
Auditorias internas	O laboratório deve planear, implementar e manter um programa de auditorias internas, que inclua a frequência, os métodos, as responsabilidades, exigências de planificação e relatório, bem como os resultados de auditorias anteriores, para determinar a conformidade dos requisitos necessários na atividade do laboratório.
Revisões pela gestão	A gestão do laboratório deve rever o seu sistema de gestão em intervalos planeados, assegurando assim a continuidade na conformidade, adequação e eficácia nos seus resultados.

Já a opção B permite que o laboratório estabeleça e mantenha um sistema de gestão de acordo com a norma ISO 9001. Por isso, as duas opções garantem o mesmo resultado no desempenho do sistema de gestão e na conformidade.
É importante reforçar que a norma NP EN ISO 17025 tem como objetivo promover a confiança nos laboratórios que se baseiam nela, e que, além disso mostram competência nas suas atividades e são capazes de gerar resultados válidos.

2.2.5 Riscos associados à falta de acreditação

Para a produção de um serviço ou produto, é necessário determinar com precisão o objetivo, o perímetro, as estimativas do tempo de processo e os custos associados a cada etapa. É importante o recurso a um plano de gestão que inclua explicações e descrições da liderança, concretização e controlo do projeto. Deve-se manter, também, um plano para monitorizar continuamente a progressão do projeto, a fim de obter êxito nos objetivos predefinidos. Além disso, uma análise de risco completa com possibilidade de medidas corretivas, deve ser realizada em cada fase do processo para minimizar o impacto de falhas que possam existir. A melhor maneira de garantir esse processo é

recorrer à acreditação do projeto, para que não haja qualquer problema durante a conceção e utilização do produto ou serviço (Croxatto e Greub, 2017).

No caso dos laboratórios, os mais críticos são os que fornecem cuidados de saúde e análises clínicas, pois apresentam uma vasta importância na sua atividade e no controlo dos testes e serviços laboratoriais relacionados com a saúde humana. Nesta área, a presença da acreditação é essencial, para que a sua prática laboratorial não caia numa categoria informativa questionável, nem numa atividade negligenciada, podendo resultar em acidentes mortais dos pacientes (Huck e Lewandrowski, 2014).

Os riscos associados à atividade dos laboratórios de biossegurança sem acreditação são muito perigosos. A sua prestação de serviços envolve atividades como a avaliação de riscos microbianos patogênicos, atividades experimentais, instalações e equipamentos, pessoas responsáveis, métodos experimentais, entre outros, que coloca os seres humanos em alto risco de exposição a problemas de saúde graves, quando estes são realizados de forma incorreta. Por isso, implica obrigatoriamente a necessidade de avaliações laboratoriais de risco, realizadas regularmente, para garantir a operação segura do laboratório (Li *et al.*, 2019).

Estes riscos são comuns a outros laboratórios em que as suas atividades estão relacionados com os seres humanos desde os da alimentação e bebidas, aos da agricultura, meio ambiente e água, manufatura, qualidade do produto, análises forenses, etc (Prasad e Bodhe, 2012).

Nos laboratórios académicos também tem havido algumas complicações e acidentes de trabalho, identificados por falta de segurança e de certificação nas suas atividades laboratoriais, pois na maioria, os laboratórios académicos são locais inseguros para trabalho ou estudo (Lestari *et al.*, 2019). É verdade que a utilização de materiais perigosos e os fatores de perigo são menores dentro do ambiente universitário do que numa organização industrial, mas processos como a utilização e a proximidade dos investigadores ao equipamento na obtenção do caso de estudo, pode representar um alto risco individual para os trabalhadores de laboratório (Olewski e Snakard, 2017).

Para garantir as boas práticas laboratoriais, deve-se recorrer à avaliação do funcionamento do laboratório por entidades certificadas e competentes, para indicar os erros e as ações corretivas para evitar acidentes e riscos associados aos laboratórios académicos (Lestari *et al.*, 2019). As não conformidades encontradas devem ser investigadas e as entidades certificadoras devem garantir uma inspeção no local por parte de profissionais competentes que avaliem a aplicação das ações propostas.

Em todo o mundo, o número de acidentes de laboratório relatados que resultaram em fatalidades, ferimentos graves e perdas financeiras, demonstram que há necessidade de melhores práticas de gestão de risco dentro dos laboratórios industriais e de pesquisa experimental (Olewski e Snakard, 2017).

2.3 Qualidade, melhoria de recursos e suas ferramentas

Devido ao constante processo de globalização económica, o termo qualidade tem vindo a ganhar destaque no sentido de elevar as organizações e diferenciar as mesmas dentro de um mercado competitivo e cada vez mais exigente.
Ao longo dos anos, foram vários os autores que se debruçaram sobre este conceito e definiram, consoante o seu ponto de vista, diferentes conceções da qualidade. Na Tabela 7 encontra-se um resumo dos mesmos (Pires, 2016).

Tabela 7 - Definições da qualidade consoante diferentes autores (Pires,2016)

Autores	Conceitos
W. Edwards Deming (1900-1993)	**Qualidade:** satisfazer o cliente; **Melhoria contínua:** ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*); Ênfase no Controlo Estatístico do processo.
Joseph M. Juran (1904-2008)	**Qualidade:** aptidão para a utilização; **Trilogia:** planeamento, melhoria, controlo; Planeamento estratégico da Qualidade.
Philip B. Crosby (1926-2001)	**Qualidade:** conformidade com requisitos; Zero defeitos como meta; Ênfase na prevenção.
Kaoru Ishikawa (1915-1989)	**Qualidade:** global; Círculos da Qualidade; Utilização das ferramentas da Qualidade.
Armand Feigenbaum (1922-2014)	**Qualidade**: processo global que abrange toda a organização; Controlo Total da Qualidade; Custos da Qualidade.
Genichi Taguchi (1924-2012)	**Falta de Qualidade:** perda para a sociedade; Ênfase na diminuição da variação**.**

2.3.1 PDCA

A metodologia do ciclo PDCA ou ciclo de Deming, foi desenvolvida em 1950, nas empresas japonesas, quando os produtos considerados exclusivos deixaram de ser únicos e começaram a enfrentar a concorrência, num mercado competitivo e cada vez mais interessado na gestão da qualidade (Silva, Medeiros, e Vieira, 2017).
No controlo estatístico do processo, são realizadas inspeções onde normalmente são encontrados desvios dos limites impostos, esses desvios devem ser identificados e eliminados para que o objetivo da empresa se mantenha e esta funcione consoante a melhoria continua (Godina *et al.,* 2018). O ciclo PDCA é uma ferramenta que contribui para a melhoria contínua da qualidade e tem sido amplamente utilizado por muitas

empresas de sucesso como arma para melhorar o desempenho organizacional (Beshah B, 2014).

Resumidamente, o ciclo PDCA estimula inicialmente a realização de um plano (P). Após o planear, executam-se as atividades definidas nele (D). Na fase seguinte, após a execução, os resultados devem ser verificados (C) e analisados, com o intuito de posteriormente se agir (A), e assim sucessivamente, até apresentar a melhoria do processo (Dahlgaard, Kristensen, e Kanji, 1995).

Na Figura 3 encontra-se a representação do ciclo PDCA (Garza-Reyes *et al.*, 2018):

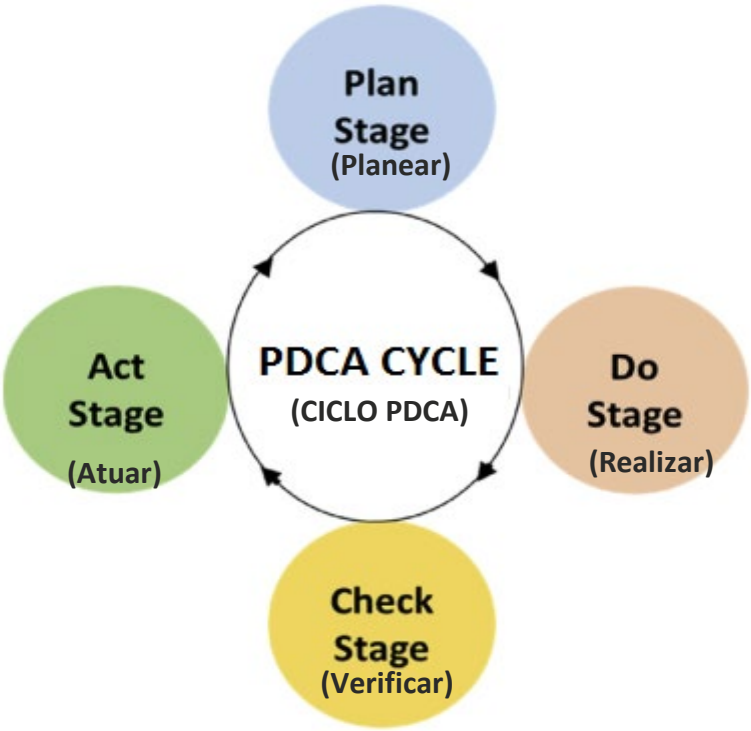


Figura 3 – Ciclo PDCA, (Garza-Reyes *et al*., 2018)

- Planear (*PLAN*) – Nesta fase, as oportunidades de melhoria são identificadas por prioridades durante uma investigação da fase atual. As causas do problema e as respetivas ações são mencionadas;
- Realizar (*DO*) - O objetivo desta etapa é implementar o plano predefinido na fase anterior e documentar os dados obtidos:
- Verificar (*CHECK*) – Todas as ações realizadas anteriormente, neste ponto, são verificadas e comparadas com os resultados obtidos anteriormente, verificando a existência de melhorias;
- Atuar (*ACT*) – Nesta fase, ou se implementa o método escolhido, caso o resultado tenha sido alcançado, ou se recorre a um novo ciclo PDCA, pois a melhoria do processo falhou e necessita de ser revista novamente (Silva, Medeiros, e Vieira, 2017).

O ciclo PDCA permite a uma organização assegurar que os seus processos estão dotados com recursos adequados e devidamente geridos e que as oportunidades de melhoria são determinadas e implementadas (Ipq.pt, visitado em 25/05/2019).

2.3.2 *Análise SWOT*

O método de análise SWOT é um método de análise competitiva, amplamente utilizado como uma ferramenta eficaz de desenvolvimento da estratégia.
É uma metodologia que permite às organizações entender, planear e usar os pontos fortes para explorar oportunidades, reconhecer e reparar ou evitar as fraquezas, para se defenderem ou evitarem qualquer ameaça (Xingang, Jiaoli, e Bei, 2013). Isto é, a análise SWOT é um método usado para analisar e posicionar os recursos e o ambiente de uma entidade em quatro regiões: Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças (Figura 4) (Phadermrod, Crowder, e Wills, 2019).
Para a sua elaboração e utilização deve-se seguir os seguintes passos (van Wijngaarden, Scholten, e van Wijk, 2012):

1) Formular os desenvolvimentos externos como oportunidades ou ameaças;
2) Formular os meios e capacidades internas como pontos fortes ou fracos (qualquer ativo interno, como exemplo, habilidades, equipamentos, finanças, procedimentos, coordenação, entre outros) (Sarter, Sarter, e Gilabert, 2010);
3) Confrontar os pontos fortes e fracos com oportunidades e ameaças;
4) Usar os resultados para formular opções estratégicas.

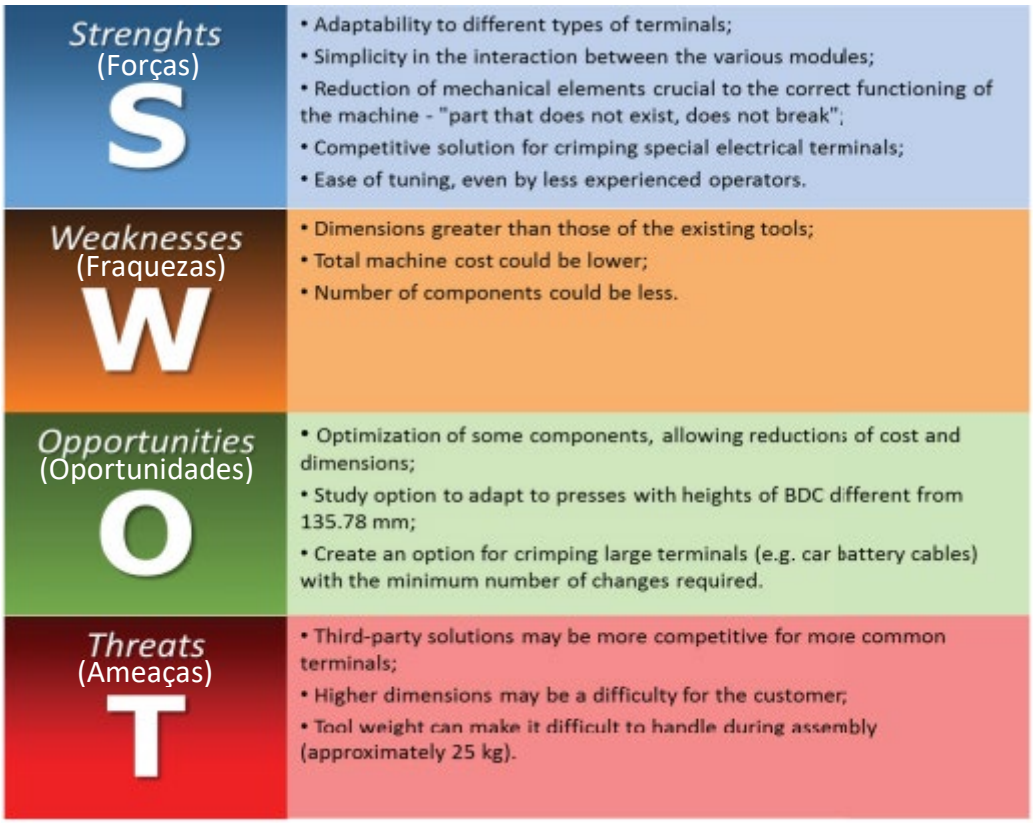


Figura 4 - Ilustração de um exemplo de Análise SWOT (Castro, Silva, e Campilho, 2017)

Como referido anteriormente, a análise SWOT baseia-se nas seguintes grandezas:

- **Força (S)** - Atributos rotulados como pontos fortes de uma organização. Remetem para a capacidade da entidade em apresentar um bom desempenho ao fornecer este atributo, em relação aos seus concorrentes. A organização deve

manter o desempenho deste atributo para garantir que não é transformado numa ameaça.

- **Fraqueza (W)** - Atributos identificados como pontos fracos da entidade. A organização deve melhorar o desempenho destes atributos, a fim de obter uma vantagem competitiva no mercado alvo.
- **Oportunidade (O)** - Atributos identificados como força da organização comparativamente com uma fraqueza dos concorrentes, apresenta assim vantagens sobre as restantes indústrias. A organização deve manter ou estimular o desempenho desse atributo para se manter competitivo.
- **Ameaça (T)** - Atributos rotulados como uma fraqueza da organização em relação a uma força da concorrência. Fornece a informação à organização de que estão a exercer de forma errada o serviço comparativamente às organizações concorrentes, e devem estar conscientes que devem tomar uma ação imediata para melhorar o desempenho deste atributo, a fim de evitar uma possível perda de lucro e competitividade (Phadermrod, Crowder, e Wills, 2019).

Assim, a análise SWOT também identifica as lacunas existentes na situação atual, e fornece um guia para facilitar a pesquisa e a evolução/inovação dos sistemas das organizações (Kapoor, Tan-Koi, e Teo, 2016).

A sua elaboração é muito útil para que as partes interessadas envolvidas possam perceber as condições internas e externas do objeto em análise, e também visualizar o plano de ações estratégicas que a empresa vai reportar para melhorar o desempenho (Yuan, 2013).

A análise SWOT é comparada de certa forma ao *brainstorming*. Por isso, tem sido criticada em termos funcionais, pois dependem de opiniões subjetivas dos indivíduos que a elaboram, além de que os fatores mencionados não são classificados por prioridade nem importância, portanto, pode resultar numa ação estratégica incorreta (Phadermrod, Crowder, e Wills, 2019).

Mas deve reforçar-se que a análise SWOT é uma das ferramentas mais usadas na competitividade estratégica industrial, pois maximiza as forças e as oportunidades, transforma as fraquezas em pontos fortes e minimiza as ameaças (Yuan, 2013).

2.3.3 Six- Sigma

O *six-sigma* é uma metodologia desenvolvida pela Motorola Corporation em 1986, que visa a melhoria do desempenho industrial nas organizações e mantém o foco na redução de defeitos e aperfeiçoamento da capacidade/qualidade do processo (Wiklund e Wiklund, 2002).

Apresenta uma disciplina de gestão, muito semelhante à metodologia do PDCA (Barbosa *et al.*, 2017), com padrões de resolução de problemas e melhoria de processos, que aponta para a melhoria da qualidade através da identificação e correção das causas dos erros e, assim, reduzir a taxa de defeitos para um nível *six-sigma* – 3.4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) em qualquer processo, produto ou serviço, através da utilização de ferramentas da qualidade. O objetivo da metodologia é redesenhar um

determinado processo com a probabilidade de estar 99,99975% livre de erros (Buck, 2004). Para ser mais explícito, verificar a Tabela 8.

Tabela 8 - Defeitos por milhão de oportunidades nos 6 níveis de sigma (Elder, 2008)

Nivel sigma	% de defeitos	DPMO (n)
1	69	691462
2	31	308538
3	6.7	66807
4	0.62	6210
5	0.023	233
6	0.00034	3.4

Na sua aplicação, o *six-sigma* apresenta um ciclo de 5 estágios conhecido por DMAIC (Figura 5) (Mason, Nicolay, e Darzi, 2015):

- **Definir** – Etapa de identificação do problema, recorrendo às reclamações e opiniões dos clientes. Também é importante nesta fase definir os objetivos e a meta do projeto, definindo o processo de mapeamento de fluxo de negócio, através da descrição do seu impacto. Deve-se utilizar diagrama de Pareto e de causa e efeito (Wiklund e Wiklund, 2002);
- **Medir –** Nesta **f**ase, deve-se manter o foco na avaliação das especificações do desempenho, na validação dos sistemas de medição e estabelecer a capacidade do processo, através da ajuda das cartas de controlo;
- **Analisar** – Esta etapa visa a verificação, a análise e a determinação dos dados da fase anterior, identificando as causas e a raiz dos problemas para realizar a melhoria do processo. É usual a utilização de testes de hipóteses e a análise de variância;
- **Melhorar** – Fase de sugestão e implementação dos métodos escolhidos para melhorar o processo, eliminando o desperdício através do dimensionamento de tolerâncias;
- **Controlar** – Fase de verificação, validação e garantia do sucesso a longo prazo da aplicação da melhoria exposta (Elder, 2008).

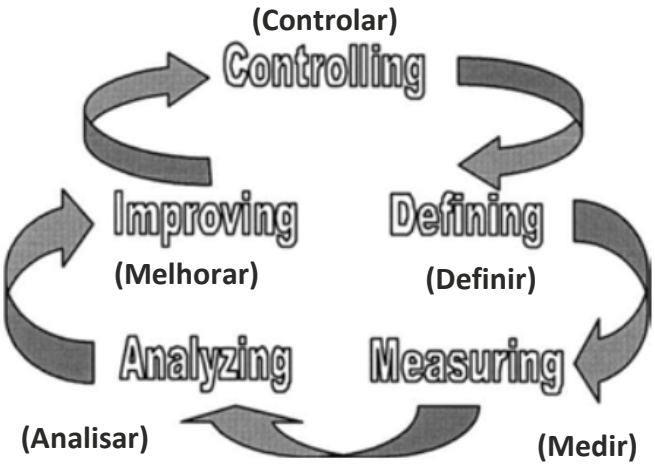


Figura 5 – Ciclo DMAIC (Wiklund e Wiklund, 2002)

Na indústria, a utilização da metodologia *six-sigma* tem sido altamente utilizada com o intuito de alcançar produtos e serviços com praticamente nenhum defeito. Ultimamente, tem sido usado na área da saúde, para simplificar o processo pré-operatório, eliminar informações redundantes e promover o envolvimento dos colaboradores, aumentando assim a eficiência do bloco operatório e o desempenho financeiro em todo o seu conjunto operacional (Cima *et al.*, 2011). Também pode ser utilizado em muitos outros setores, como campos relacionados com a energia e alimentos (Costa, Silva, e Pinto Ferreira, 2017). Mas para se tornar eficaz e apresentar melhoria significativa nas organizações, necessita de um gasto considerável de tempo, despesa e energia (Elder, 2008).

2.3.4 Diagrama Spaghetti

O *layout* tem vindo a ter muita influência sobre o desempenho de uma entidade industrial, considerando-se, por vezes uma vantagem competitiva no mercado (Freitas *et al.*, 2019).
É importante procurar soluções de melhoria das atividades de um produto ou trabalhador com o objetivo final de melhorar parâmetros como o tempo, distância, e número de translações entre pontos necessários (Senderská, Mareš, e Václav, 2017).
Existem vários métodos e algumas ferramentas que podem ser usados para a produção e simulação da avaliação do *layout* mais correto de um local em estudo, como o diagrama de *spaghetti*. Este diagrama facilita a visualização do movimento do objeto em estudo com a ajuda de linhas como está representado na Figura 6.

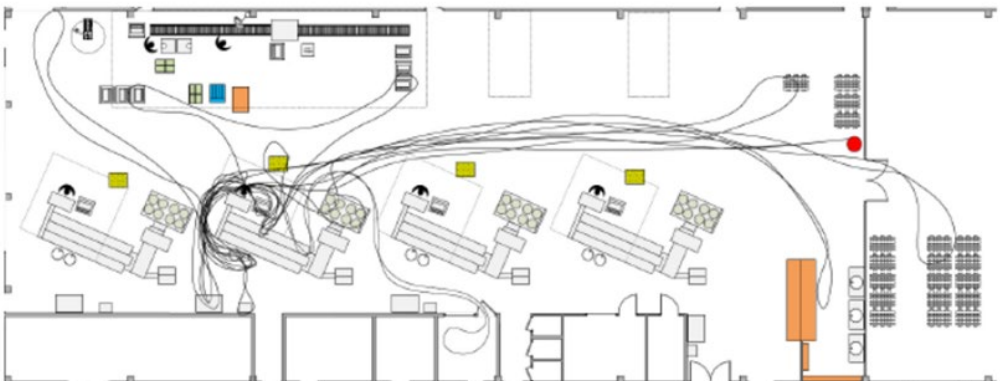


Figura 6 - Exemplo de um diagrama de *spaghetti* (Senderská, Mares, e Vaclav,2017)

Os diagramas de *spaghetti* são muito eficazes na identificação do desperdício de movimento e transporte (Carvalho, 2014), pois rastreia-se o movimento dos produtos, colaboradores e de produtos intermediários, através do auxílio de linhas coloridas. A aplicação do diagrama pode ser numa área de produção, parte de um edifício, uma loja comercial ou qualquer estabelecimento onde decorra afluência de produtos ou pessoas. A sua análise permite a identificação de arranques, paragens e distâncias percorridas pelo objeto de estudo, o número de deslocamentos, a sobreposição e cruzamento de zonas, permitindo a redução de tempos improdutivos, da identificação de espaços desocupados e obsoletos, equipamentos, ferramentas e produtos localizados

inadequadamente. Para além disso, é mais fácil verificar a quantidade correta de pessoas necessárias para a realização do processo de trabalho na área em estudo (Senderská, Mareš, e Václav, 2017).

2.3.5 Diagrama de Ishikawa

Existem sete ferramentas da qualidade relacionadas com o controlo e melhoria da qualidade que são bastante genéricas e aplicáveis a qualquer condição nas organizações em todo o mundo. Uma delas é o do diagrama de espinha de peixe, também conhecido como o diagrama de Ishikawa, popularizado na década de 1960 por Kaoru Ishikawa, professor japonês, conselheiro e pioneiro da qualidade em processos de gestão nos estaleiros navais da Kawasaki, tornando-se um dos fundadores da administração moderna no campo da gestão da qualidade (Liliana, 2016).
O diagrama de Ishikawa, ou diagrama de causa-efeito, é conhecido pela forma simples de uma espinha de peixe, usado para identificar, explorar e exibir possíveis causas raiz de um problema ou evento (kenett, 2008).
Para a sua elaboração, deve-se seguir os seguintes passos:

- 1º Passo – Definir o problema a melhorar e controlar;
- 2º Passo – Na linha horizontal escrever no fim o problema identificado anteriormente, representado na Figura 7;
- 3º Passo - Escrever as principais causas derivadas do problema principal nas ramificações primárias;
- 4º Passo – Para cada causa encontrada no passo anterior, identificar as possíveis ações causadoras dessa mesma causa (Doggett, 2005).

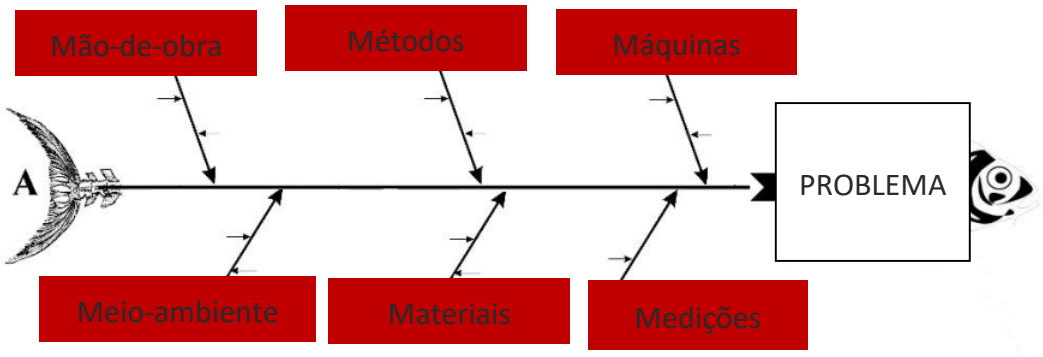


Figura 7 - Exemplo de diagrama de Ishikawa (Liliana,2016)

Só com a ajuda do trabalho em equipa e de um *brainstorming* se obtém um diagrama fidedigno. Para tal, existem sugestões tipicamente usadas para a determinação das causas encontradas no 2º passo da elaboração do diagrama de Ishikawa, divididos em seis categorias, chamados de 6 M´s:

- Mão-de-obra: Qualquer pessoa envolvida com o processo;
- Métodos: Modo de processamento da causa e quais os requisitos específicos para realizá-lo, como políticas, procedimentos, regras, regulamentos e leis;
- Máquinas: Qualquer equipamento, computadores e ferramentas utilizados para realizar o trabalho;

- Materiais: Matérias-primas, peças, canetas, papel, utilizados para produzir o produto final;
- Medições: Dados gerados a partir do processo que são usados para avaliar a sua qualidade;
- Meio-ambiente: Condições de localização, tempo, temperatura e cultura da operação.

Assim, o diagrama revela claramente as relações entre um problema identificado num produto e as suas causas potenciais (Liliana, 2016).

Para Ishikawa, uma causa é dividida em outras causas e estas, por sua vez, podem ser ainda mais aprofundadas até à origem do problema. Mas, o método de pesquisa está confinado ao estudo do desempenho passado de um sistema, logo, é uma ferramenta limitada, pois não prevê o que possa vir a acontecer (Gregory, 1993).

Baseado na utilização desta metodologia de estudo resultam soluções para bastantes aplicações, como: melhoramento de processos de fundição de peças de estéticas complexas (F.J.G e*t al.,* 2018) , melhoria do desempenho corolítico têxtil do processo de branqueamento usando vapor de almofada (Tavares *et al.*, 2018), entre outras.

2.4 Custos

A pressão para dispor no mercado produtos com qualidade e preços competitivos tem sido o principal foco das indústrias. A gestão de custos tem sido importante para manutenção da margem de lucro e da competitividade nas empresas. Assim, as entidades industriais necessitam de realizar esforços para gerir e reduzir os custos, bem como definir estratégias de custeio de produtos/serviços (Chapko *et al*., 2009).

Um controlo efetivo dos custos no processo de um produto/serviço extrapola as determinações contáveis e pode ser útil no auxílio administrativo (Jericó e Castilho, 2010). Além desse benefício, tal controlo também poderá proporcionar o apuramento do custo dos produtos como um dos critérios para analisar a rentabilidade das atividades da empresa (Gonzalez, Nachtmann, e Pohl, 2017).

Antes de definir o método de custeio, torna-se necessário efetuar a classificação dos custos como diretos e indiretos. Os custos diretos são os valores que quantificam diretamente o produto, sem margens de erro. Já os custos indiretos são os que precisam de bases ou taxas, pois são comuns a diversos produtos (Zanievicz *et al.,* 2013).

Outra classificação importante ocorre em função da variação no volume de produção, como custos fixos ou variáveis. Os custos fixos são aqueles que não variam em função do volume de produção (ex.: aluguer do espaço, salários, entre outros), enquanto os variáveis mudam de forma diretamente proporcional ao volume de produção, como as matérias-primas e materiais de embalagem (Santos, 2012).

Após o apuramento dos custos e sua devida classificação, é necessário definir o método de custeio, os quais se descrevem seguidamente:

- Custeio por absorção: os custos indiretos são ligados aos produtos pelo volume de produção, horas máquinas, mão-de-obra direta e matérias-primas;

- Custeio variável: os custos indiretos não são levados à análise de resultados dos produtos, estes passam a ser avaliados pelas margens de contribuição;
- Custeio baseado em atividades: permite às empresas estimar os custos de fabricação e também os custos aos diferentes consumidores;
- Custeio baseado em atividade e tempo (TDABC): simplifica a aplicação do custeio baseado em atividades e utiliza o tempo como principal fator de custo dos produtos;
- Custeio baseado num padrão: fixação de um padrão com base de comparação entre o que custou e o que deveria ter custado (Aillón, Rocha, e Marques, 2018).

Portanto, para a definição do método de custeio ideal, deve ser levado em conta o tipo de informações que os administradores pretendem e o seu custo de implantação.

DESENVOLVIMENTO

3.1 Caraterização

3.2 Descrição do Problema

3.3 Análise da situação atual do Laboratório da DUOFIL

3.4 Alterações de melhoria da DUOFIL

3 DESENVOLVIMENTO

No presente capítulo, será exposta a atividade industrial da empresa DUOFIL- Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda, mais focalizada na atividade laboratorial da empresa.
A valorização do trabalho imparcial e a capacidade laboratorial da DUOFIL foi a principal razão do tema desta dissertação. Como este exibe boas condições de trabalho, há interesse em torná-lo num estabelecimento independe e capaz de realizar atividade própria, e para que tal advenha, é necessário recorrer à acreditação do mesmo.

3.1 Caraterização

A DUOFIL-Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda, como já foi referido, é uma empresa portuguesa fundada em 1991, na freguesia de Gião, em Vila do Conde .
A empresa iniciou a sua atividade industrial em 1992 na área de construção civil na extrusão de perfis em UPVC, passando para a produção de extrusão de tubos em polietileno (PE) e polipropileno (PP) para o transporte de água e gás, passados 2 anos.
No terceiro ano, alarga a gama de extrusão para tubos multicamada, tornando-se no primeiro produtor de tubos multicamada na Península Ibérica. Com a passagem dos anos foi desenvolvendo vários produtos, desde tubos multicamada PEX-AL-PEX, PERT-AL-PERT, e também PE-Xa, FILÁGUA E FILGÁS, FILPEX-a, entre outros, explicados posteriormente, obtendo certificações nos produtos por parte de entidades certificadoras como APCER, AENOR, CSTB e CERTIF.
A DUOFIL é uma empresa certificada de acordo com a NP EN ISO 9001, desde 1999, e certificada pela NP EN ISO 14001, desde 2003 (Figura 8).
Em 2007 abre uma nova unidade industrial em Pedrógão Grande e começa a produção de acessórios em PPSU e respetivos sistemas Boxer. Posteriormente, desenvolve a produção de tubos isolados, corrugados e com barreira de anti-oxigénio.
Com o decorrer dos anos, aumenta a abrangência do mercado Espanhol e Francês para o mercado da Letónia, Rússia, México e Brasil.
Ao longo de sua atividade, solidificou a sua presença através do desenvolvimento de produtos técnicos de excelência, qualidade e certificação, e uma política de gestão de qualidade para com os seus produtos e clientes.

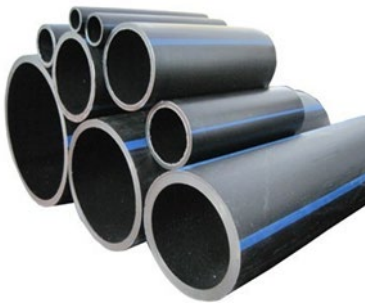
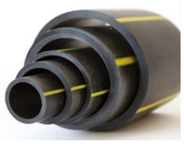
DUOFIL
SOCIEDADE COMERCIAL E INDUSTRIAL DE PERFIS, LDA.
1991 - 2016 25 Anos

Figura 8 – Logotipo da empresa DUOFIL, (Duofil.com, visitado em 09/01/2019)

3.1.1 *Produtos fabricados/Aplicações*

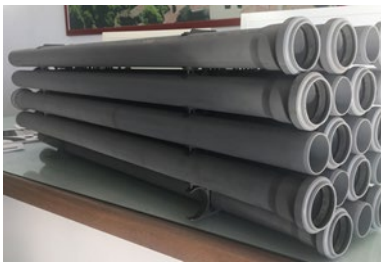
Na tabela 9 encontra-se a descrição e aplicações da gama de produtos fabricados pela DUOFIL.

Tabela 9 – Produtos fabricados pela DUOFIL, fornecidos pela organização

Prod.	Descrição	Aplicações
Tubos multicamada	O multicamada é um tubo triplamente extrudido. À camada interior constituída por polietileno reticulado (PEX), adiciona-se uma película aderente para permitir a colocação da folha de Alumínio. Esta, com uma espessura situada entre os 0.2 mm e os 0.55 mm, adere ao polietileno interior, sendo posteriormente soldada longitudinalmente a laser, ultrassons ou TIG. Por fim, o Alumínio é revestido por uma camada final de polietileno de cor branca, intercalada por nova camada de película aderente, tendo em vista as instalações exteriores.	- Instalações sanitárias de água quente e água fria; - Instalações de aquecimento e arrefecimento; - Instalações industriais para transporte de fluidos técnicos a altas temperaturas e/ou elevadas pressões; - Instalações de proteção de cabos elétricos; - Indústria automóvel.
Marcas comerciais: METALPEX e MAXIMETAL		
Tubo em PEAD - Água	Estas tubagens são compostas por polietileno de alta densidade. O polietileno de alta densidade (PEAD) é um polímero termoplástico composto por macromoléculas, formadas através de um processo de polimerização. Em caso de combustão os produtos não são tóxicos, sendo até recomendado pelos organismos ambientais para instalações onde o risco de incêndio se encontre presente. Os tubos são negros com listas longitudinais azuis para condução de água para consumo humano, e com listas castanhas longitudinais para condução de água não potável.	- Condutas de abastecimento de água; - Aplicações industriais.  Figura 9 - Tubo FILÁGUA -
Marcas comerciais: FILÁGUA e SANIÁGUA		
Tubos em PEAD – Gás	As tubagens Filgás são compostas por polietileno de alta densidade. Os tubos são negros com listas amarelas longitudinais, ou totalmente amarelos (PE80), ou laranja (PE100) para o mercado espanhol.	- Condução de combustíveis gasosos;  Figura 10 - Tubo FILGÁS
Marcas comerciais: FILGÁS		

Tubos em PE-X	As tubagens em Polietileno reticulado são obtidas por extrusão, partindo de uma matéria-prima base em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com aditivos que permitam a reticulação. A reticulação do Polietileno consiste na ligação transversal das cadeias, obtendo-se uma rede tridimensional. Esta alteração aumenta a resistência a temperaturas de operação mais elevadas para a mesma pressão de funcionamento. A reticulação pode ser efetuada durante o processo de produção, adicionando à matéria-prima elementos que proporcionem essa reticulação, aproveitando a temperatura de conceção elevada (método do peróxido PE-Xa), ou posteriormente ao processo de extrusão pela imersão em água quente, ação de vapor de água a baixa pressão ou circulação de água quente no interior da tubagem (PE-Xb).	-Instalações sanitárias de água quente e água fria; - Instalações de aquecimento central.  Figura 11 - Tubo FILPEX
Marcas comerciais: FILPEX		
Tubos em PE-X com barreira anti-oxigénio	Este tipo de tubo é constituído por três camadas. À interior de PE-X é adicionada uma de adesivo para promover a fixação da última camada de proteção ao oxigénio (EVOH).	- Instalações de aquecimento central; - Instalações de aquecimento por pavimento radiante.
Marcas comerciais: FILTERMO		
Tubos em Polietileno resistente à temperatura	Tubos para utilização em pavimentos radiantes, fabricados com barreira de difusão ao oxigénio (EVOH). Este sistema caracteriza-se por uma baixa inércia térmica, pela facilidade de instalação e elevada durabilidade dos tubos. O sistema permite obter níveis de conforto térmico com baixos consumos de energia.	- Instalações de aquecimento.  Figura 12 - Tubo PAVIFLEX
Marcas comerciais: PAVIFLEX		

Tubos corrugados	O Tubo corrugado pode apresentar-se sob a forma de tubo simples e duplo tubo. Os tubos corrugados sem qualquer tubo introduzido no seu interior, não têm um tipo de embalagem particular. Geralmente são embainhadas tubagens de PE-Xa, PE-Xb e multicamada.	- Instalações de aquecimento e instalações sanitárias; - Instalações de aquecimento.
Marcas comerciais: PIPE IN PIPE		
Acessórios em PPSU (BOXER)	Acessórios constituídos por um corpo em PPSU e uma anilha em PE-X. Permitem a utilização de tubos de diferentes tipos (PE-X, multicamada, entre outros) e diferentes espessuras de tubo, com o mesmo acessório.	- Distribuição de água quente e/ou fria em sistemas sanitários; - Sistemas de aquecimento por radiador, ventilo-convetor ou pavimento radiante.
Marcas comerciais: BOXER		
Acessórios em PPSU (UNICSYSTEM)	Acessórios constituídos por um corpo metálico, um anel interior e um anel exterior em PPSU. Apresenta como principais vantagens a ausência de junta, evitando possíveis problemas na instalação e a utilização de apenas uma máquina de arraste - leve e simples de usar.	- Distribuição de água quente e/ou fria em sistemas sanitários; Sistemas de aquecimento por radiador, ventilo-convetor ou pavimento radiante.
Marcas comerciais: UNICSYSTEM		
Tubos isolados	Os tubos isolados são constituídos por um tubo multicamada, cobre ou PIPE IN PIPE e por uma camada isolante em polietileno expandido com célula fechada, revestido externamente por uma película em polietileno de cor. A utilização deste tipo de tubo proporciona à instalação as seguintes vantagens: incremento da eficiência energética; diminuição do ruído; aumento da facilidade e celeridade de execução; proteção contra possíveis danos.	- Aquecimento Central; - Águas Sanitárias; - Sistemas Arrefecimento.  Figura 13 – Tubo ISOMETAL
Marcas comerciais: ISOMETAL e ISOL PIPE IN PIPE		

Tubos em Polipropileno (PPR)	O polipropileno é um polímero termoplástico que é produzido através da polimerização do propileno na presença de um catalisador específico. No seu estado natural, o polipropileno é incolor, inodoro e translúcido. Algumas das suas vantagens: baixa densidade, alta rigidez, alta resistência ao calor, excelente resistência química, boa resistência ao impacto e atoxicidade (permite contactos com produtos alimentares). Apesar de combustível, o polipropileno é considerado não inflamável. Deve-se, no entanto, evitar o contacto com fontes de ignição, principalmente durante o armazenamento.	- Instalações de aquecimento, sanitárias, ar comprimido, águas salinas e termais, fluídos industriais quimicamente agressivos e fluidos alimentares.  Figura 14 – Tubo VICOPROP
Marcas comerciais: VICOPROP		
Tubos em Polipropileno com retardante à chama (PPH)	O Sanifil é composto por polipropileno, apresentando como características principais a elevada rigidez, a resistência ao calor, a resistência ao impacto e a excelente resistência química. A atoxicidade é outra das suas características. Em caso de combustão, não transmite para o ambiente gases nocivos e incompatíveis para a inalação humana, situação bastante preocupante nos dias atuais. Apesar de ser uma matéria combustível, não é considerado inflamável. No entanto, uma vez iniciada a combustão, esta propaga-se por toda a matéria em contacto com o fenómeno. Este facto justifica a inclusão de aditivos denominados por "retardantes à chama" (FR-*flame retardant*) que impedem a propagação da chama depois de retirado o contacto da fonte de ignição da combustão com a tubagem.	- Redes de drenagens domésticas; - Instalações industriais e laboratoriais.  Figura 15 – Tubo SANIFIL
Marcas comerciais: SANIFIL		

3.1.2 Mercados

Como já foi mencionado, o mercado fulcral da Duofil está em países como Espanha e França. Também fornece o mercado nacional, mas em pequena quantidade. Fora do espaço económico Europeu, fornece produtos para clientes na Suíça, Irão, Bolívia e Argélia.

3.2 Descrição do Problema

O laboratório da DUOFIL (Figura 16) apresenta capacidade e metodologia capaz de se tornar uma entidade independe de realização de ensaios laboratoriais relacionados com a sua atividade industrial. Para formalizar o processo de excelência organizacional e industrial, carece em adquirir a acreditação da sua atividade. Neste ponto, expõe-se os vários ensaios realizados e os equipamentos utilizados no laboratório da DUOFIL.



Figura 16- Laboratório da Duofil

3.2.1 Ensaios comuns aos produtos

Para realizar a inspeção inicial (receção de matérias-primas), inspeção em curso de fabrico e a inspeção final, o laboratório recorre a vários tipos de ensaios, consoante o tipo de tubo ou acessório. Quando se trata de tubos que sofrem reticulação devem-se realizar ensaios de taxas de reticulação. Já em tubos multicamada, deve-se testar o alongamento e a resistência à tração do tubo, fora da zona de soldadura e a adesão entre camadas do tubo. É também essencial a determinação da resistência tração e alongamento de uma das matérias-primas, o alumínio.

Em todos os tipos de tubo, com a exceção dos tubos corrugados, devem-se realizar ensaios de pressão interior e determinar o tempo de indução à oxidação para determinar a capacidade de sobrevivência/desgaste durante o seu ciclo de vida a agentes corrosivos. No caso dos acessórios de ligação, realiza-se o ensaio de resistência à tensão química residual com recurso à metiletilcetona, para determinar a uniformidade do acessório. O laboratório também apresenta capacidade de realização de vários ensaios, menos frequentes, não abordados nesta dissertação, como o ensaio de índice de fluidez, deformação longitudinal a quente e a frio, teor de voláteis, curvatura, ciclos térmicos, flexibilidade, compressão, teste de impacto a frio, durabilidade das camadas, estanquicidade a frio, entre outros.

Os vários ensaios abordados nesta dissertação serão aprofundados nos pontos seguintes.

3.2.1.1 Ensaio de Taxas de Reticulação

O PE é um termoplástico da classe das poliolefinas mais utilizado no mundo, devido às inúmeras aplicações, ao baixo custo e ao domínio do processo. Mas o uso do PE é restrito a certas aplicações, já que não possuem capacidade de formar ligações cruzadas. Consequentemente, as limitações às suas aplicações estão ligadas ao baixo ponto de fusão, à solubilidade e à capacidade de sofrer rotura quando exposto a tensões mecânicas elevadas. A fim de ultrapassar algumas limitações do polietileno, foram desenvolvidas modificações químicas, capazes de promover a formação de ligações cruzadas entre as cadeias do PE, resultando no PE-X (polietileno reticulado). São utilizados peróxidos ou silanos como agentes de modificação química. Para testar a sua conformidade de junção química, determina-se a percentagem de reticulação existente no PEX. A norma NP EN ISO 10147 especifica que o solvente utilizado deve ser o xileno. De acordo com o método empregado para a reticulação, os valores padronizados para reticulação são: com produtos que utilizam o peróxido, a reticulação deve ser ≥ 70%, caso seja silano, deve apresentar uma reticulação ≥ 65%.

3.2.1.2 Ensaio do PEELING

Como já referido nesta dissertação, os tubos multicamada são tubos extrudidos de polietileno reticulado ou PERT unidos a uma camada de alumínio, que por sua vez é revestido por outra camada exterior de polietileno reticulado. O multicamada foi concebido e preparado para responder às necessidades do mercado.
As propriedades e maleabilidade da tubagem multicamada fazem com que a aplicabilidade mais comum seja o transporte de água quente e fria, a alimentação a radiadores no aquecimento central e, em algumas situações, no pavimento radiante. Mas, para garantir a sua função ao longo da sua utilização, é necessário testar a força de adesão entre a camada interior e a do alumínio. A este teste dá-se o nome de ensaio do *peeling*.

3.2.1.3 Ensaio do RING

Este ensaio também prova a conformidade dos tubos multicamada, mas neste caso, é testada a resistência do tubo completo com as três camadas a serem avaliadas, isto é, aplica-se uma força do interior para o exterior até que o tubo frature, tendo em atenção se essa fratura não ocorre na zona de soldadura.

3.2.1.4 Ensaio de alongamento à tração do alumínio

A determinação das propriedades mecânicas de um material metálico é realizada por meio de vários ensaios. Geralmente, esses ensaios são destrutivos, nos quais ocorre a obtenção dos resultados através da destruição da amostra, como: flexão, torção, fadiga, impacto, compressão, entre outros. Os ensaios mecânicos de tração e alongamento ao alumínio são realizados através da aplicação de uma força com o intuito da determinação da resistência do mesmo aos esforços aplicados até à rutura do provete.

3.2.1.5 Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação

Influências externas, como a radiação UV (luz), temperatura, oxigénio atmosférico, cargas atmosféricas (por ex.: impurezas) ou meios químicos/biológicos, conduzem os materiais orgânicos ao envelhecimento prematuro, o que pode influenciar, consideravelmente as suas propriedades de uso ou pode até mesmo levar à falha dos produtos em que eles são utilizados como matéria-prima. A causa mais comum de envelhecimento químico (por ex.: a degradação da cadeia) é a oxidação, o que faz com que a estabilidade à oxidação seja um critério importante para as aplicações com óleos, gorduras, lubrificantes, combustíveis ou plásticos. A estabilidade à oxidação pode ser determinada através da Temperatura de Oxidação Induzida/Tempo de Oxidação Induzida (OIT), por meio de procedimentos padronizados.
Neste ensaio a amostra é aquecida a uma taxa constante definida, sob condições de oxidação até que se inicie a reação. Inicialmente, a amostra é aquecida sob atmosfera de gás inerte e, em seguida, mantida a uma temperatura constante durante vários minutos, para estabelecer o equilíbrio, e subsequentemente expostos a uma atmosfera oxidante (ar ou oxigênio). O intervalo de tempo entre o primeiro contacto com o ar, até ao início da oxidação, é chamado o Tempo de Oxidação Induzida (OIT). Para poliolefinas como PE ou PP, um tempo mais longo de OIT permite concluir que a estabilidade à oxidação é melhor e, por conseguinte, indica um tempo de vida mais longo.

3.2.1.6 Ensaio da resistência à pressão interior

O ensaio de resistência à pressão interior consiste na avaliação do aspeto final do tubo, depois de este ser sujeito a pressões interiores, dependentes do seu diâmetro médio e da espessura da camada. É um ensaio qualitativo, isto é, se o provete depois do esforço exercido pela pressão não apresentar fissuras, então encontra-se capaz de desempenhar o seu objetivo na sua utilidade, apresentando conformidade.

3.2.1.7 Ensaio de tensão residual química com MEK

Os acessórios produzidos através do processo de injeção exclusivamente em PPSU (quimicamente conhecido como polifenilsulfona), apresentam características semelhantes ao PSU E PES do grupo das polisulfonas, com uma melhor resistência ao impacto, melhor resistência química e melhor resistência à esterilização com vapor sobreaquecido. Exibem também resistência a detergentes e desinfetantes, tornando-se assim um produto de eleição da empresa para a conceção de acessórios. O PPSU é um material amorfo, que possui alta temperatura de transição vítrea e baixa absorção de humidade.
Para comprovar a conformidade e uniformidade do acessório produzido pela empresa, é necessário recorrer à ação da metiletilcetona (MEK), também chamada 2-butanona.
O MEK é um líquido incolor bastante volátil, C_4H_8O, um solvente usado para enfraquecer as zonas de má conceção da injeção, se existirem, e verificar o nível de tensão residual da peça. Daí a necessidade deste ensaio.

3.2.2 Procedimentos de ensaios/Equipamentos

Neste ponto do capítulo é apresentado o procedimento e os equipamentos utilizados em cada ensaio anteriormente explicados.

3.2.2.1 Ensaio de Taxas de Reticulação

As amostras são adquiridas com o auxílio de ferramentas de corte (ex.: micrótomo, x-ato ou fresa) em forma de uma apara com uma espessura de 0,2±0,02 mm, colocadas posteriormente dentro de redes metálicas, com uma massa de 300 mg, para serem submersas numa mistura de xileno puro com a adição de 1% de antioxidante, numa ebulição por 8 horas ± 30 min, numa *hotte* ventilada. Depois, as amostras devem sofrer uma secagem de 140 ± 2°C durante 3 horas, numa estufa, para posteriormente serem pesadas, determinando assim a percentagem de reticulação através da seguinte expressão:

$$TR(Taxa\ de\ reticulação)\ (\%) = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \qquad (22)$$

- TR - grau de reticulação da amostra, expresso em percentagem (%);
- m_0 é a massa da rede metálica (vazia) (g);
- m_1 é a massa combinada da amostra inicial e da rede (g);
- m_2 é a massa combinada do amostra final e da rede (g).

Todo o processo de preparação das amostras deve ser realizado à temperatura ambiente, e devem ser feitas duas redes metálicas por amostra, para garantir o resultado mais correto. Para facilitar a interpretação ver a Figura 17.



Figura 17 - Equipamentos usados no ensaio de taxas de reticulação (1-Micrótomo, 2-Balança analítica, 3-montagem de ebulição com manta de aquecimento, balão volumétrico e serpentina, 4-Estufa térmica)

3.2.2.2 Ensaio do PEELING

Para obter-se o *peeling*, devem-se cortar dez amostras de tubo multicamada com 10 mm cada, com a ajuda de um equipamento de corte (Figura 19). Posteriormente, com a ajuda de uma serra, levantar uma pequena porção da camada exterior e do alumínio, para se conseguir colocar a amostra no dinamómetro, equipamento que irá aplicar uma velocidade de 50 ± 5 mm/min, até separar por completo a camada interior das restantes camadas (Figura 18). *O Software*, por fim, fornece os dados e através da análise do gráfico, encontra-se o ponto onde a força de adesão das camadas foi menor, validando essa força com a ajuda dos valores mínimos de conformidade estabelecidos.



Figura 18 - Aspeto da amostra antes de ser colocada no dinamómetro



Figura 19 - Equipamentos usados no ensaio do *PEELING* (1-serra e torno de aperto;2-Dinamómetro)

3.2.2.3 *Ensaio do RING*

Devem-se cortar cinco amostras consecutivas ao longo de um tubo multicamada com 25 ± 1 mm de comprimento cada. De seguida, colocar as amostras no dinamómetro, tendo o cuidado de colocar a zona de soldadura do tubo a 90° com o eixo de tração do dinamómetro e realizar o ensaio (Figura 20). Depois de realizar o ensaio, determinar a força máxima encontrada em cada amostra e compará-la com os critérios de aceitação estabelecidos. Deve-se também verificar se a zona de rotura não coincide com a zona da soldadura do tubo.



Figura 20 – Disposição da amostra do *RING* no Dinamómetro

3.2.2.4 *Ensaio de alongamento à tração do alumínio*

Através de um equipamento de corte pneumático, obtém-se três provetes de alumínio, com determinadas dimensões exigidas pela norma associada (Figura 22). De seguida, é necessário assinalar dois traços de cada lado do centro do provete, com distâncias equidistantes entre cada par de traços com 50 ± 0,5 mm e 100 ± 0,5 mm, respetivamente. Colocar o provete no dinamómetro e apertar os acoplados na zona dos traços mais afastados do centro e realizar o ensaio (Figura 22). O *software*, quando o provete sofre rutura, pede o comprimento de alongamento que o provete sofreu e, para isso, é necessário tirá-lo do dinamómetro, e com a ajuda do paquímetro medir e indicar esse mesmo valor no *software.* Realizar este processo para os três provetes. Finalmente, o sistema debita um relatório com a percentagem de alongamento do alumínio, a tensão

do limite elástico e a resistência à tração da amostra ensaiada. Validar o resultado consoante as fichas técnicas do alumínio.

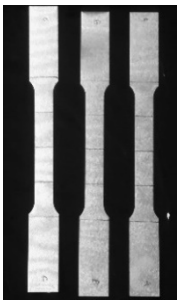


Figura 21 – Formato dos provetes







Figura 22 - Equipamentos usados no ensaio de alongamento à tração do alumínio (1-Ferramenta de corte pneumático; 2-dinamómetro; 3-Paquímetro)

3.2.2.5 *Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação*

Para realizar este ensaio, é necessário cortar uma amostra com uma espessura de 650±100 µm do interior do tubo, o mais plano possível, e que ocupe a área de um cadinho de alumínio, sem transbordar (Figura 23). A amostra terá que ter uma massa de 15 ± 2 mg.

Com a ajuda de um calorímetro alimentado por oxigénio e azoto (Figura 24), determinar-se-á o tempo de indução à oxidação da amostra. Ligar o equipamento e colocar o ensaio a decorrer. O *software* fornece um gráfico do processo de oxidação em função do tempo, calcular através de uma linha de regressão a partir dos 20 minutos, até ao ponto mais elevado do gráfico, ponto esse onde a amostra sofreu oxidação e determinar o tempo de indução de oxidação, calculado pelo s*oftware*.







Figura 24 – Conjunto de equipamentos necessários para o ensaio de indução à oxidação



Figura 23 – Formato da amostra

3.2.2.6 *Ensaio de resistência à pressão interior*

Este ensaio é realizado sobre pontas de tubo retiradas de uma amostra inicial, com comprimentos variáveis segundo o seu diâmetro exterior médio. Em cada ensaio devem ser testados três provetes (Figura 26). A única exceção é para o ensaio de 8760 h, em que basta um provete por ensaio. Calcula-se o diâmetro exterior médio através da medição do mesmo em quatro pontos diferentes, segundo quatro planos a 45°. Para

além disso, são medidas as espessuras, máxima e mínima. Antes de dar início ao ensaio, as amostras são condicionadas ao meio durante um determinado período de tempo, que depende da espessura das mesmas. A pressão de ensaio é calculada em função das dimensões do provete. A única exceção é para os tubos multicamada, onde a pressão depende apenas das condições de temperatura e tempo. Colocam-se os provetes ligados entre si e ao tanque responsável pelo banho térmico (Figura 25), e inicia-se o ensaio.
É considerado um resultado positivo se os provetes suportarem as condições de ensaio sem sofrerem roturas.

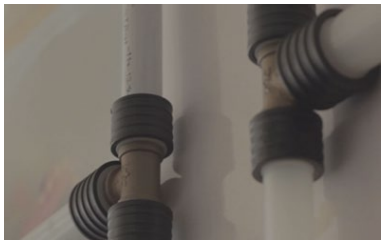


Figura 26 - Formato exemplo dos três provetes para ensaio com ligação de acessório em T



Figura 25 – Tanque para banho térmico

3.2.2.7 Ensaio de tensão residual química com MEK

É necessário encher um recipiente com metiletilcetona com a quantidade necessária para manter a amostra totalmente submersa. Colocar o acessório por 1 min submerso. Imediatamente de seguida, passá-lo por água fria e secar devidamente. Por fim, observar e apurar se existem zonas fragilizadas com fraturas (Figura 27).



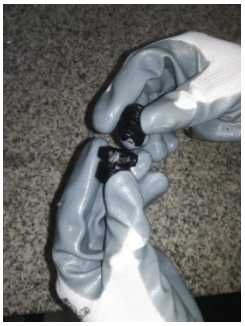


Figura 27 – Procedimento de ensaio da metiletilcetona

3.2.3 Necessidades da acreditação

Através de análise exaustiva do trabalho desenvolvido pelo departamento da qualidade e do laboratório da empresa DUOFIL -Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda., determinou-se o grau de necessidade ao recurso à acreditação do laboratório, através do uso da ferramenta SWOT, ilustrado na Tabela 10. Todo este processo tem o objetivo de mostrar os pontos fortes e fracos, as oportunidades e as ameaças dos benefícios da acreditação do laboratório, para que este seja formalmente reconhecido a nível nacional e internacional como uma entidade competente e eficaz para realizar testes específicos.

Tabela 10 – Análise SWOT da acreditação do Laboratório da DUOFIL

Forças	Fraquezas
Aumento de confiança nos resultados; Melhoria contínua; Profissionais especializados e treinados; Controlo e satisfação dos clientes atuais; Manuais e procedimentos documentados; Diferenciação e valorização sobre a concorrência; Tomada de decisões mais corretas; Garantia de que os produtos da DUOFIL são aceites mais facilmente no mercado internacional.	Número insuficiente de colaboradores; Equipamentos danificados; Erros de inspeção e controlo diário; Falta de investimento no laboratório; Dependência da produção da DUOFIL; Investimento elevado; Procedimentos obsoletos; Desorganização.
Oportunidades	**Ameaças**
Lucro e Sucesso próprio; Clientes novos; Possibilidade de serviços internacionais; Ensaios acreditados.	Métodos e conhecimentos desenvolvidos pela DUOFIL divulgados; Mudança de métodos; Baixa capacidade de manutenção; Prestação de serviços a entidades concorrentes à DUOFIL.

3.3 Análise da situação atual do Laboratório da DUOFIL

Após a análise e o conhecimento aprofundado sobre a acreditação de laboratórios, começou-se a execução da implementação da acreditação da entidade industrial Laboratório da DUOFIL. Nesta fase, será exposta a situação atual do laboratório segundo os requisitos impostos pela norma NP EN ISO 17025, analisando assim os pontos que estão incorretos ou desatualizados perante a acreditação do mesmo.

3.3.1 Situação atual

O PDCA é uma metodologia para a condução de todos os projetos de melhoria de um processo. Independentemente da posição ou função no laboratório, se o método PDCA for seguido, seja num projeto, numa equipa ou por um sistema de gestão, a oportunidade de sucesso é aumentada (Watson e Jones, 2013). Na etapa de definir um plano de ação, realizou-se uma lista de verificação dos critérios necessários para a acreditação da DUOFIL, classificando a situação atual do Laboratório, encontrada no anexo I.

Depois do estudo aprofundado, no que diz respeito à lista de critérios indispensáveis para a acreditação do laboratório, decidiu-se, por causa da identificação de vários aspetos classificados como insatisfatórios, que requerem intervenção de tempo e

entidades capazes da sua resolução, analisou-se, com recurso a um diagrama de Ishikawa, as causas prioritárias da incapacidade de acreditação e as posteriores ações necessárias para as eliminar.

3.3.1.1 Diagrama de Ishikawa

Na figura 28 encontra-se elaborado o diagrama de Ishikawa com as respetivas causas da incapacidade da aplicação da acreditação do laboratório da DUOFIL.



Figura 28 - Diagrama de Ishikawa relativo à análise da incapacidade de acreditação, realizado pelo autor

Com a criação deste diagrama, discutiram-se as várias formas de resolução das causas encontradas, determinando as seguintes ações para cada problema (interligar a numeração):

1. Investimento em manutenção e reparação dos equipamentos;
2. Pesquisa e orçamento de atualizações e melhoria de equipamentos laboratoriais;
3. Investimento em computadores mais recentes e mais eficazes, para suportarem os *softwares* exigidos pelos equipamentos de ensaios.
4. Pesquisa e orçamentação das normas inexistentes, desatualizas e substituídas, para posterior investimento em normas atuais essenciais ao laboratório;
5. Determinação do erro e da incerteza associada a cada ensaio, para garantir a fiabilidade dos resultados obtidos;
6. Atualização dos documentos dos procedimentos de ensaios desatualizados e criação de documentos inexistentes, em conformidade com as normas atualizadas;
7. Aquisição de equipamentos de arrumação e formação dos operadores sobre o trabalho e das ações rigorosas tomadas no laboratório;
8. Investimento em formação e aquisição de pessoal qualificado;
9. Proposta de aumento de salário e contratação de colaboradores;

10. Desenvolvimento de formas diferentes de preparação de amostras para facilitar o manuseamento do produto;
11. Investimento em ferramentas novas para a realização dos ensaios com rigor;
12. Isolamento diário do laboratório para pessoas exteriores ao seu funcionamento, por questões de fiabilidade dos ensaios;
13. Registo e controlo da temperatura ambiente, para garantir a exatidão dos ensaios laboratoriais;
14. Isolar com uma cerca os equipamentos que se encontram no exterior do espaço físico do laboratório, que pertencem ao respetivo, para proporcionar proteção das pessoas e dos ensaios do laboratório;
15. Replaneamento do *layout* industrial;
16. Determinação dos custeios associados a cada ensaio;
17. Atualização do procedimento de ensaio do controlo dimensional e formação de medição correta;
18. Determinação das pessoas responsáveis do laboratório, que garantam a imparcialidade nas suas funcionalidades e nas do laboratório.

3.4 Alterações de melhoria da DUOFIL

Nesta fase, pretende-se resolver o máximo de ações necessárias para a acreditação do Laboratório da DUOFIL. Com o auxílio da análise da incapacidade de acreditação da entidade industrial referido, exibido sob a forma de diagrama de Ishikawa, determinou-se o trabalho a realizar pelo estagiário, expostos nos pontos seguintes. Os pontos que mereceram mais atenção durante o estágio foram o 4, 5, 6, 9, 10,11, 14, 15, 16 e o 17. Os restantes problemas necessitam de mais tempo e capacidade de investimento, mas foram elaboradas *check-lists* para a necessidade de alteração, como formações sobre o assunto.

3.4.1 Melhoria dos QPE`S

Uma das partes insatisfatórias encontradas na situação atual do laboratório foi a desatualização ou inexistência dos documentos descritivos nos procedimentos de ensaios. Por isso, realizaram-se as alterações necessárias, desde inclusão de fotografias ilustrativas, atualização de informação desatualizada, adição de informação inexistente, informação sobre criação de novos métodos nos *softwares* usados nos ensaios, métodos de calibração e formas alternativas de preparação das amostras. Em conjunto com os responsáveis do laboratório, validou-se o documento. A versão final dos relatórios de procedimentos de ensaio foi obtida com a seguinte estrutura:

1. **Objetivo** – Qual a finalidade do ensaio em questão;
2. **Âmbito** – Quais produtos aplicados ao respetivo ensaio;
3. **Normalização** – Qual norma o QPE que se baseia.
4. **Equipamentos e produtos utilizados** – Material necessário para a realização do ensaio na sua globalidade;

5. **Modo operatório –** Neste parte, são descritos os vários passos do procedimento de ensaio, desde as formas de obtenção das amostras segundo as normas indicadas, até à parte de processamento do ensaio através de métodos manuais, por *software* e/ou equipamentos;
6. **Criação de métodos** – Quando é usado *software* no procedimento de ensaio, a empresa apresenta os modelos informáticos de cada produto já reservados, mas quando o ensaio é indicado para um produto de dimensões diferentes, é necessário criar um método diferente. É neste ponto que se encontram descritos todos os passos necessários;
7. **Calibração** – Método de calibrar o equipamento usado.
8. **Perigos/controlo de exposição** – Quando se opera com produtos perigosos, é indicado neste ponto do procedimento o manuseio e os cuidados obrigatórios a ter com esses produtos;
9. **Resultados** - Modo final de obtenção do resultado pretendido e local onde o critério de aceitação é apresentado;
10. **Registos** – Local onde se registam todos os resultados do ensaio em questão.

Alguns dos procedimentos não apresentam todos os pontos descritos, porque não são aplicáveis a todos os ensaios.

Os referidos procedimentos de ensaios realizados, encontram-se expostos nos anexos II, III, IV, V, VI, VII e VIII.

3.4.2 Melhoria do Layout

Foram estudadas e abordadas algumas alterações relativas ao *Layout* do Laboratório da DUOFIL, com o recurso ao diagrama de *spaghetti.* No anexo IX encontra a planta completa da DUOFIL. Na figura 29 encontra-se o *layout* atual do laboratório da DUOFIL com a respetiva legenda na Tabela 11.

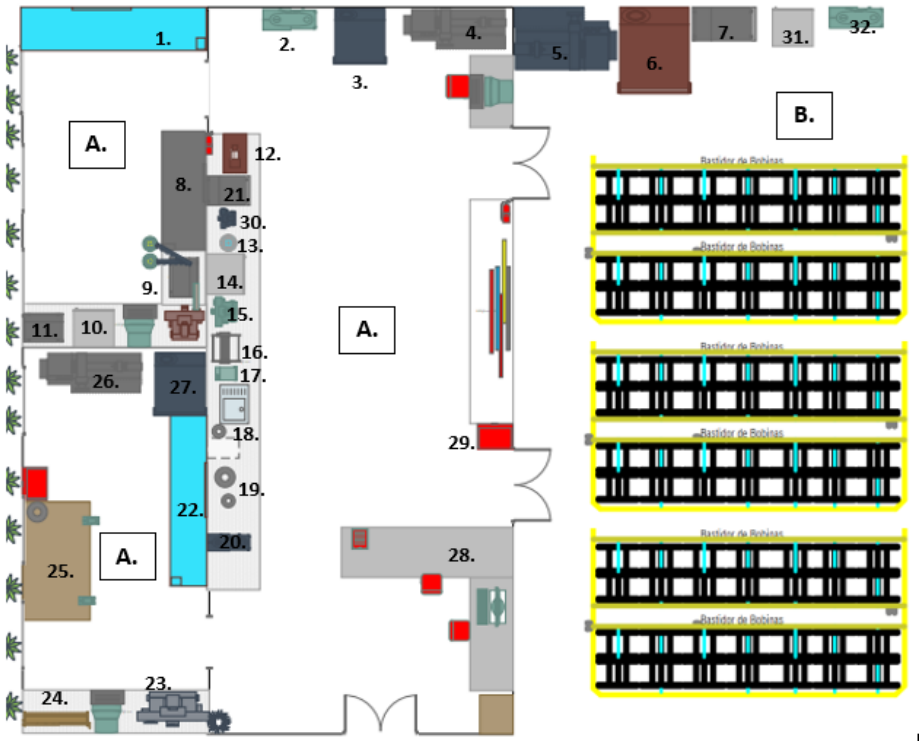


Figura 29 - Planta 2D do *layout* do Laboratório da Duofil

Na tabela seguinte encontra-se a legenda da planta do laboratório da DUOFIL.

Tabela 11 – Legenda da figura 29

1 – **Equipamento ciclos térmicos**	2 – **Equipamento de impacto (Queda de Dardo)**	3 – **Estufa**
4 – **Estações de resistência à pressão interior**	**5 – Equipamento de ciclos térmicos (Tanques)**	**6 – Banho térmico 95ºC**
7 – **Banho Térmico 20ºC/35ºC**	**8 - *Hotte***	**9 – Equipamento de análise térmica**
10 – **Estufa térmica**	**11 – Equipamento de resistência ao fogo**	**12 – Equipamento pneumático de corte de provetes**
13 - **Exsicador**	**14 – Estufa térmica**	**15 - Micrótomo**
16 – **Equipamento de impacto (Charpy)**	**17 – Balança analítica**	**18 – Suporte de EPI`s para ensaio de pressão**
19 – **Suporte de amostras em curso de fabrico**	**20 - Microscópio**	**21 – Equipamento de refrigeração**
22 – **Simulador (Instalação)**	**23 - Dinamómetro**	**24 – Equipamento de verificação de estanquidade (vazio)**
25 – **Mesa de trabalho**	**26 – Equipamento de ciclos de pressão**	**27 - Simulador (Caldeira)**
28 – **Secretária**	**29 – Ecoponto**	**30 – Plastómetro**
31 – **Estufa para ensaios de estabilidade térmica**	**32 – Equipamento de maquinação de provetes**	

Através da ferramenta, diagrama de *spaghetti*, mostrou-se visualmente o trajeto dos vários ensaios realizados pelo laboratório da empresa.

Tendo em consideração que todas as amostras dos ensaios da DUOFIL advêm da produção, o trajeto dos ensaios considerados, inicia-se sempre na segunda porta lateral do laboratório, e termina no ecoponto, já que durante alguns ensaios são libertados resíduos na preparação das amostras, e/ou obtidos no fim do ensaio. São consideradas também, as opções em que os ensaios não são destrutivos e é necessário guardar a amostra por algum tempo, como prova da conformidade do produto. O trajeto do ensaio finaliza no ecoponto, visto que passado algum tempo de reserva por segurança das amostras, estas são enviadas para armazém (Figura 30).

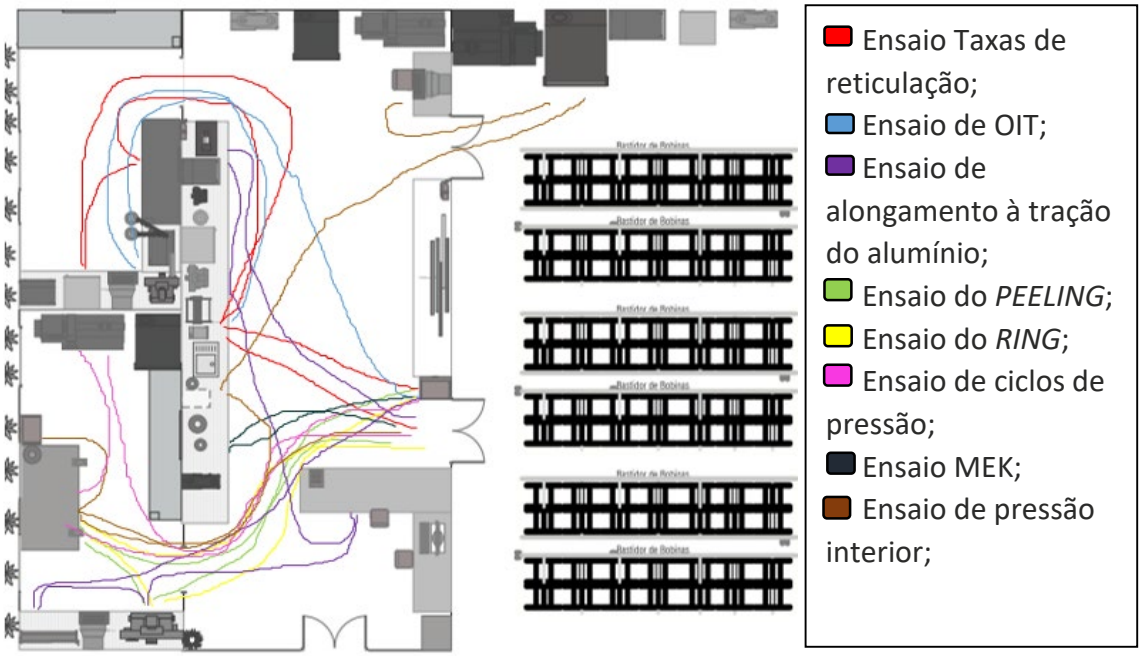


Figura 30 – Diagrama de *spaghetti* do *layout* atual do Laboratório da DUOFIL

Durante o decorrer do estágio, surgiram ideias para a utilização de locais mais apropriados para certos equipamentos e modificações, para facilitar e melhorar a movimentação das amostras durante os ensaios, como:

- Troca do equipamento pneumático de corte de provetes (12) para a zona inicial do balcão, perto do microscópio (20);
- Troca da balança analítica (17) da zona principal do laboratório para a zona do equipamento de análise térmica (9).

Para além disso, propôs-se o acréscimo de uma mesa de trabalho com um torno, perto do equipamento de estações de resistência à pressão interior, para facilitar o transporte das amostras para os tanques de água responsáveis pelos banhos térmicos de 95/20/35°C necessários à realização dos ensaios de resistência à pressão interior. Também é necessário colocar o suporte de acessórios, não representado na legenda da figura 29, e o suporte de equipamentos de proteção individual obrigatórios (18), no novo local de preparação de amostras do ensaio de resistência à pressão interior, melhorando assim a segurança e a execução da montagem dos provetes para ensaio.

Para além dessas mudanças, colocaram-se vários ecopontos em pontos estratégicos, para ajudar a limpeza e arrumação do laboratório, facilitando a deslocação e transporte dos resíduos das amostras dos ensaios.

Foi proposto também colocar uma grade de isolamento nos equipamentos que se encontram na zona B, fora do laboratório, para garantir a fiabilidade dos resultados obtidos por esses equipamentos e a proteção dos restantes colaboradores.

Mas não foram só estas as melhorias realizadas. Houve algumas sugestões como, investimento em mais um conjunto de balão e serpentina para a realização da ebulição da mistura de xilol com o antioxidante, devido à afluência nos ensaios de taxas de reticulação, e investimento de braços automáticos para a abertura do tanque de banho

térmico de 95°C, pois, o método utilizado atualmente é perigoso, pesado e difícil para o colaborador, além de forçar o desgaste dos parafusos responsáveis pelo movimento.
Para visualizar o resultado do processo de melhoria, elaborou-se um diagrama de spaghetti com as alterações facultadas, representado na Figura 31.

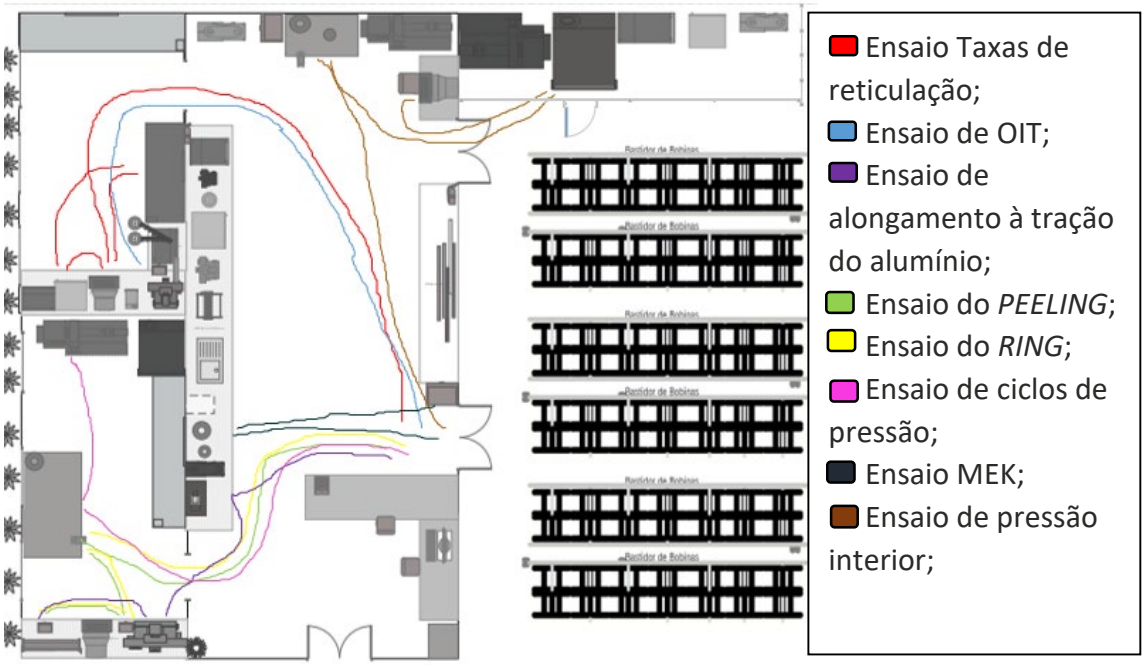


Figura 31 – Diagrama de *spaghetti* do *layout* industrial melhorado do laboratório da DUOFIL

Em resumo, analisando e comparando o resultado dos dois diagramas *spaghetti*, percebe-se perfeitamente a melhoria, a simplicidade e redução do número de deslocações e transporte de amostras entre ensaios, e por conseguinte, do colaborador do laboratório da DUOFIL.

3.4.3 Cálculo do erro e da incerteza dos ensaios

Neste capítulo, inicialmente determinou-se que o erro associado a cada ensaio laboratorial é indeterminável para todos os ensaios, visto que não se conhece o verdadeiro valor da mensurada, para se calcular o erro associado. Em suma, não existe forma de determinar o erro-padrão associado a cada ensaio, concluindo a inexistência do erro laboratorial.
De seguida, procedeu-se à determinação, para cada ensaio apresentado, das fontes de incerteza associadas a cada um deles, calculando assim a incerteza expandida para cada ensaio.
A política do Instituto Português da Qualidade (IPQ) relativamente ao cálculo das incertezas associadas aos resultados obriga a que, numa calibração, o seu cálculo seja efetuado, conforme indicado no documento OGC010 – Avaliação da incerteza de medição em calibração e o VIM (Ipac.pt, visitado em 09/03/2019). Para cada padrão e equipamento confirmado, deve ser considerado o efeito cumulativo das incertezas, introduzido em cada etapa da cadeia de calibração. Devem ser tomadas ações quando a incerteza total é tal que compromete significativamente a capacidade de realizar medições dentro dos limites do erro admissível. Os detalhes de todos os componentes

significativos que permitem obter a incerteza total devem ser registados, bem como o método utilizado para a calcular.
Durante a determinação das incertezas, teve-se o cuidado de manter as seguintes considerações:

- As condições ambientais necessárias foram garantidas durante a realização de cada ensaio exigido pela norma associada;
- As condições necessárias (calibrações) dos equipamentos secundários foram verificadas em cada ensaio, usados somente os que estavam válidos para utilização. Estes equipamentos são usados principalmente, durante a preparação dos provetes/amostras.
- Todos os equipamentos utilizados foram calibrados por entidades responsáveis e exteriores ao laboratório;
- Todos os processos de preparação das amostras foram realizados com o máximo de rigor, imparcialidade e profissionalismo.

3.4.3.1 Ensaio de Taxas de Reticulação

O princípio do ensaio está exposto nos pontos 3.2.1.1 e 3.2.2.1.

Condições de rastreabilidade dos equipamentos secundários

- Espessura das aparas de 0,2 ± 0,02 mm (Comparador calibrado);
- Tempo de ebulição durante 8 horas ± 30 min (Cronómetro calibrado);
- Temperatura de secagem de 140 ± 2°C (Estufa térmica calibrada).

Resultados do ensaio

Foram realizados quatro ensaios à mesma amostra, sendo atribuída a realização de dois ensaios a cada técnico de laboratório responsável pelo trabalho diário do laboratório da DUOFIL.
Em cada ensaio são colocadas duas redes metálicas para a determinação da massa da amostra. Para a obtenção das taxas de reticulação são realizadas três pesagens diferentes:
-m_0 - massa da rede vazia (g);
-m_1 - massa combinada da amostra inicial e da rede (g);
-m_2 - massa combinada da amostra final e da rede (g).
Na Tabela 12 encontra-se a média das medições por amostra e por rede obtidos nos quatro ensaios:

Tabela 12 – Valores das massas das redes nos quatro ensaios

	m0 (g)		m1(g)		m2(g)	
	rede 1	rede 2	rede 1	rede 2	rede 1	rede 2
AMOSTRA 1	2,4957	2,6164	2,7961	2,9167	2,7222	2,8432
AMOSTRA 2	2,5544	2,5872	2,8572	2,8836	2,7832	2,8108
AMOSTRA 3	2,6164	2,4953	2,9380	2,7352	2,8644	2,6784
AMOSTRA 4	2,5873	2,5550	2,8868	2,8572	2,8179	2,7833

Na Tabela 13 está representado o resultado das taxas de reticulação média por amostra:

Tabela 13 – Valor das taxas de reticulação dos quatro ensaios

	Taxa de reticulação (%)		Taxa de reticulação total (%)	
	rede 1	rede 2	Média das redes	Desvio-padrão
AMOSTRA 1	75,42	75,52	75,47	0,052
AMOSTRA 2	75,54	75,44	75,49	0,049
AMOSTRA 3	77,09	76,32	76,70	0,389
AMOSTRA 4	76,98	75,53	76,26	0,726

Identificação das fontes de incerteza

- Incerteza devida ao erro máximo admissível (EMA) da balança (para m_0,m_1 e m_2);
- Incerteza devida à resolução da balança;
- Incerteza devida à repetibilidade;
- Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade).

Incerteza da Balança

Trata-se de uma incerteza Tipo B retangular, pois usa-se o erro máximo admissível (EMA), que é de 1 mg para pesagens entre os 0 e 500 g, consoante a gama e a classe da balança.

Assim, a incerteza padrão (Equação 12) é:

$$u(x_i) = \frac{\frac{1}{1000}}{\sqrt{3}} = 0{,}0006\ g$$

O coeficiente de sensibilidade relativo à incerteza do instrumento de pesagem relativamente a m_0, m_1 e m_2, é a derivada parcial da equação (19) em ordem a m_0,m_1 e m_2:

$$Ci = C_{m0} = \frac{100\ (m_2 - m_1)}{(m_1 - m_0)^2} = 81{,}32\ g$$

$$Ci = C_{m1} = \frac{100\ (m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)^2} = -257{,}22\ g$$

$$Ci = C_{m2} = \frac{100}{(m_1 - m_0)} = 338{,}53\ g$$

Incerteza da resolução da Balança

Trata-se de uma incerteza Tipo B retangular (B-R), sendo "2a" = 0,0001 g

Assim, a incerteza – padrão (Equação 12) é:

$$u(x_i) = \frac{\frac{0{,}0001}{2}}{\sqrt{3}} = 0{,}00003\ g$$

O coeficiente de sensibilidade relativo à incerteza da resolução do instrumento da balança relativamente a m_0, m_1 e m_2, é a derivada parcial da equação (19) em ordem a m_0,m_1 e m_2, expostos anteriormente, respetivamente.

Incerteza da repetibilidade das medições

Considera-se a repetibilidade relativamente à obtenção das taxas de reticulação. Efetuaram-se quatro ensaios separadamente, repetidos segundo as mesmas condições. Portanto, está-se perante uma incerteza do Tipo A, cuja incerteza padrão experimental da média é dada pela equação 8. Resultados obtidos expostos na tabela 14.

Tabela 14 – Valores para o cálculo da incerteza padrão

	TR (%)
AMOSTRA 1	75,47
AMOSTRA 2	75,49
AMOSTRA 3	76,70
AMOSTRA 4	76,26
Média (%)	**75,98**
Desvio padrão (s)	**0,525**
Variância (s^2)	**0,276**
$\boldsymbol{u(x_i)}$	**0,263**

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da repetibilidade do ensaio é $\mathbf{C_I = 1.}$

Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade)

Para proceder à determinação da reprodutibilidade, o ensaio foi realizado por dois técnicos, um do sexo feminino e um do sexo masculino. Como são realizadas poucas observações, considera-se que a incerteza da reprodutibilidade é uma incerteza Tipo B-R, com uma incerteza padrão dada pela equação 14 (ver secção 2.1.5.2.1.2):

$$u(reprodutibilidade) =$$

$$= \frac{máximo\ (média\ dos\ operadores) - mínimo(média\ dos\ operadores)}{\sqrt{3}} = 0{,}7137\ g$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da reprodutibilidade do ensaio é $\mathbf{C_I = 1.}$

Resumindo os cálculos, feitos anteriormente, resulta nos valores da tabela 15:

Tabela 15 - Dados compilados determinados anteriormente

Fontes de incerteza	Tipo de incerteza	Incerteza padrão (u(xi))	Coeficiente de sensibilidade	Componente quadrático (u^2)	Nº de graus de liberdade
1.1 EMA da Balança (m1)	TIPO B-R	0,0006	-257,217	0,02205	∞

1.2 EMA da Balança (m0)	TIPO B-R	0,0006	81,314	0,00220	∞
1.2 EMA da Balança (m2)	TIPO B-R	0,0006	338,531	0,03820	∞
1.4 Resolução da Balança (m1)	TIPO B-R	2,88675E-05	-257,217	5,51339E-05	∞
1.5 Resolução da Balança (m0)	TIPO B-R	2,88675E-05	81,314	5,50997E-06	∞
1.6 Resolução da Balança (m2)	TIPO B-R	2,88675E-05	338,531	9,55028E-05	∞
1.7Repetibilidade das medições	TIPO A	0,2625	1	0,0689	3
1.8Reprodutibilidade (operador)	TIPO B-R	0,7137	1	0,5093	∞

Representação gráfica na figura 32:

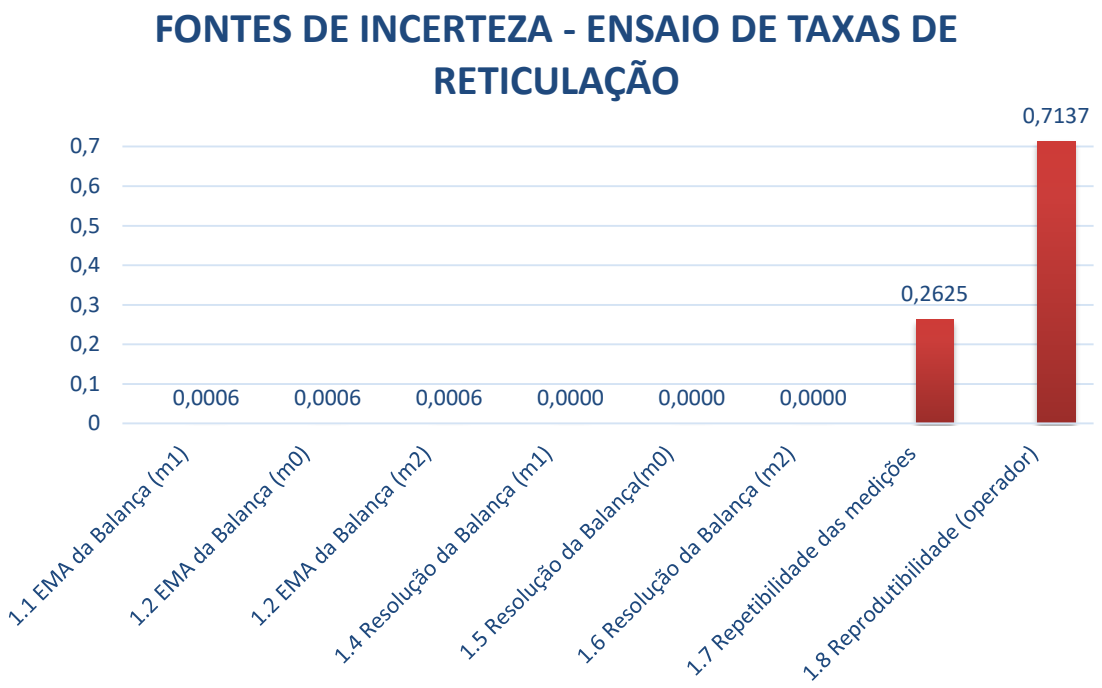


Figura 32 – Gráfico representativo das fontes de incerteza – ensaio TR

Assim, pela análise da Figura 33, pode-se verificar que a incerteza associada à reprodutibilidade é a dominante, a qual demonstra a diferença de preparação do ensaio consoante o operador. Usando o quadro anterior, calculam-se as seguintes componentes, descritas na Tabela 16.

Tabela 16 – Dados intermédios para a determinação da incerteza do ensaio de TR

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado

Variância combinada (u^2 (y))	(15)	0,641
Incerteza padrão combinada	(19)	0,801
Graus de liberdade efetivos	(21)	168,045

Assim, pela tabela de graus de liberdade da distribuição *de t-student*, o valor do grau de liberdade efetivo corresponde a um fator de expansão que é tomado como, ***k*= 2,00**. Então, a incerteza expandida é descrita na tabela 17 com o auxílio da expressão 20.

Tabela 17 – Incerteza expandida do ensaio de Taxas de reticulação

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado (%)
Incerteza expandida (U)	(20)	1,60

Portanto, a taxa de reticulação da amostra é:

TR = 75,98 ±1,60%

3.4.3.2 Ensaio do PEELING

O princípio do ensaio está exposto nos pontos 3.2.1.2 e 3.2.2.2.

Condições de rastreabilidade dos equipamentos secundários

- Espessura dos provetes de 10 mm (Paquímetro calibrado).

Resultados do ensaio

Foram realizados quatro ensaios à mesma amostra, sendo atribuído a realização de dois ensaios a cada técnico de laboratório responsável pelo trabalho diário do laboratório da DUOFIL.

Em cada ensaio são cortadas dez provetes consecutivos ao longo do tubo, para serem testados no dinamómetro.

Identificação das fontes de incerteza

- Incerteza devida ao erro máximo admissível (EMA) do dinamómetro;
- Incerteza devida à resolução do dinamómetro;
- Incerteza devida à repetibilidade;
- Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade).

Incerteza do dinamómetro

Trata-se de uma incerteza Tipo B retangular, pois usa-se o erro máximo admissível (EMA), que é de 0,2 N, valor obtido do relatório de calibração do dinamómetro.

Assim, a incerteza padrão (Equação 12) é:

$$u(x_i) = \frac{0{,}2}{\sqrt{3}} = 0{,}115\ N$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo do erro máximo do ensaio é **C_I= 1,** pois a derivada da equação da força de adesão é 1.

Incerteza da resolução do dinamómetro

Trata-se de uma incerteza Tipo B retangular (B-R), sendo "2a" = 0,1 N Assim, a incerteza–padrão, baseada na expressão 12, é:

$$u(x_i) = \frac{\frac{0{,}1}{2}}{\sqrt{3}} = 0{,}029\ N$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo do erro máximo do ensaio é **C_I = 1,** pois a derivada da equação da força de adesão é 1 (ver QPE – *PEELING* no ANEXO II).

Incerteza da repetibilidade das medições

Considera-se a repetibilidade relativamente à obtenção da Força mínima obtida no ensaio de *PEELING*. Efetuaram-se quatro ensaios separadamente, repetidos segundo as mesmas condições. Portanto, está-se perante uma incerteza do Tipo A, como referido anteriormente, cuja incerteza padrão experimental da média é dada pela equação 8. Os resultados obtidos encontram-se expostos na tabela 18.

Tabela 18 - Valores para o cálculo da incerteza padrão

	Força de adesão (N/mm)
AMOSTRA 1	**61,48**
AMOSTRA 2	**59,68**
AMOSTRA 3	**59,73**
AMOSTRA 4	**62,38**
Média (%)	**60,82**
Desvio padrão (s)	**1,16**
Variância (s^2)	**1,34**
$\boldsymbol{u(x_i)}$	**0,579**

Como já referido, o coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da repetibilidade das medições é **C_I = 1.**

Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade)

Para proceder à determinação da reprodutibilidade, o ensaio foi realizado por dois técnicos, uma do sexo feminino e uma do sexo masculino.

Como foram realizadas poucas observações, considera-se que a incerteza da reprodutibilidade é uma incerteza Tipo B-R, com uma incerteza padrão dada pela equação 14 (ver secção 2.1.5.2.1.2):

$$u(reprodutibilidade) =$$

$$= \frac{máximo\ (média\ dos\ operadores) - mínimo(média\ dos\ operadores)}{\sqrt{3}} = 1{,}559\ N/mm$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da reprodutibilidade do ensaio é $C_l = 1$.

Resumindo os cálculos, feitos anteriormente, estão representados na tabela 19:

Tabela 19 - Dados compilados determinados anteriormente

Fontes de incerteza	Tipo de incerteza	Incerteza padrão (u(xi))	Coeficiente de sensibilidade	Componente quadrático (u^2)	Nº de graus de liberdade
1.1 EMA do dinamómetro	TIPO B-R	0,1155	1	0,0133	∞
1.2 Resolução do dinamómetro	TIPO B-R	0,0289	1	0,0008	∞
1.3 Repetibilidade das medições	TIPO A	0,5786	1	0,3348	3
1.4 Reprodutibilidade (operador)	TIPO B-R	1,5588	1	2,430	∞

Representação gráfica:

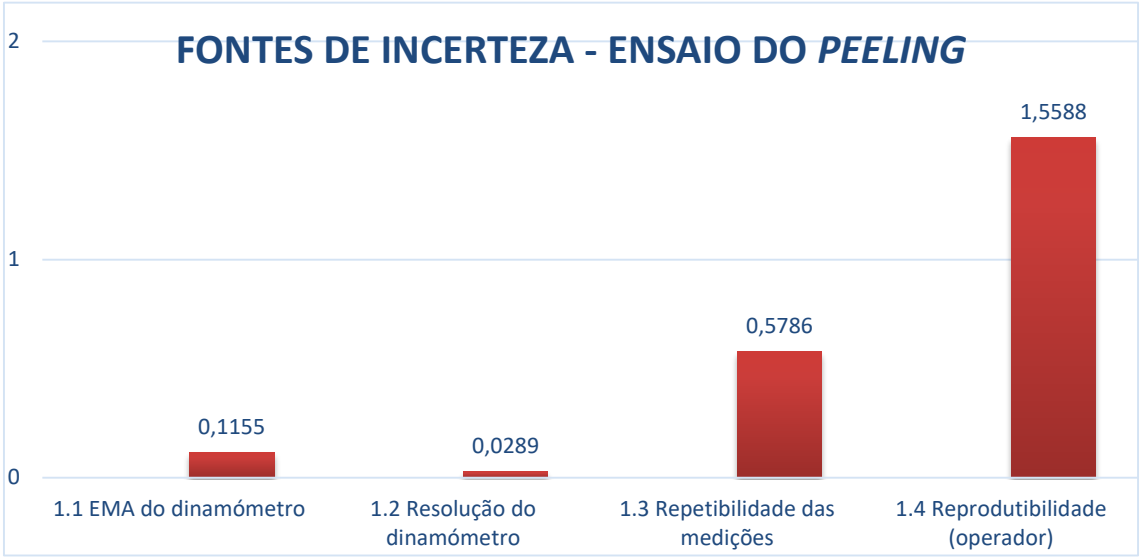


Figura 33 - Gráfico representativo das fontes de incerteza – ensaio *PEELING*

Assim, pela análise do gráfico da Figura 34 pode-se verificar que a incerteza associada à reprodutibilidade do operador do ensaio é a mais problemática.

Usando o quadro anterior, calcularam-se as seguintes componentes (Tabela 20):

Tabela 20 - Dados intermédios para a determinação da incerteza do ensaio do *PEELING*

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado
Variância combinada (u^2 (y))	(15)	2,779

Incerteza padrão combinada	(19)	1,667
Graus de liberdade efetivos	(21)	161,04

Assim, pela tabela de graus de liberdade da distribuição *de t-student*, o valor do grau de liberdade efetivo corresponde a um fator de expansão é tomado como, ***k*= 2,00**.
Então, a incerteza expandida representada na Tabela 21 é:

Tabela 21 - Incerteza expandida do ensaio do *PEELING*

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado (N/mm)
Incerteza expandida (U)	(20)	3,33

Portanto, o *peeling* da amostra é:

Força de adesão (*PEELING*) = 58,81 ± 3,33 N/mm

3.4.3.3 Ensaio do RING

O princípio do ensaio está exposto nos pontos 3.2.1.3 e 3.2.2.3.

Condições de rastreabilidade dos equipamentos secundários
- Espessura dos provetes de 25 ± 1 mm (Paquímetro calibrado);

Resultados do ensaio
Foram realizados quatro ensaios à mesma amostra, sendo atribuído a realização de dois ensaios a cada técnico de laboratório responsável pelo trabalho diário do laboratório da DUOFIL.
Em cada ensaio são cortadas dez provetes consecutivos ao longo do tubo, para serem testadas no dinamómetro.

Identificação das fontes de incerteza
- Incerteza devida ao erro máximo admissível (EMA) do dinamómetro;
- Incerteza devida à resolução do dinamómetro;
- Incerteza devida à repetibilidade;
- Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade).

Incerteza do dinamómetro
Trata-se de uma incerteza Tipo B-R, pois considera-se o erro máximo admissível (EMA) do equipamento, que é de 6 N, valor obtido do relatório de calibração do dinamómetro. Assim, a incerteza padrão (Equação 12) é:

$$u(x_i) = \frac{6}{\sqrt{3}} = 3{,}464\ N$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo do erro máximo admissível do equipamento do ensaio é **C_I = 1**.

Incerteza da resolução do dinamómetro

Trata-se de uma incerteza Tipo B retangular (B-R), sendo "2a" = 0,1 N Assim, a incerteza – padrão, baseada na expressão 12 é:

$$u(x_i) = \frac{\frac{0{,}1}{2}}{\sqrt{3}} = 0{,}029\ N$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da resolução do equipamento do ensaio é **C_I = 1.**

Incerteza da repetibilidade das medições

Considera-se a repetibilidade relativamente à obtenção da Força máxima obtida no *RING*. Efetuaram-se 4 ensaios separadamente, repetidos segundo as mesmas condições. Portanto está-se perante uma incerteza do Tipo A, como referido anteriormente, cuja incerteza padrão experimental da média (baseada na equação 8) é dada por:

Tabela 22 - Valores para o cálculo da incerteza padrão

	Força de adesão (N/mm)
AMOSTRA 1	2637,3
AMOSTRA 2	2605,5
AMOSTRA 3	2592,7
AMOSTRA 4	2658,9
Média (%)	**2623,59**
Desvio padrão (s)	**26,05**
Variância (s^2)	**678,71**
$\boldsymbol{u(x_i)}$	**13,22**

Como já referido, o coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo do erro máximo do ensaio é **C_I = 1.**

Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade)

Para proceder à determinação da reprodutibilidade, o ensaio foi realizado por dois técnicos, um do sexo feminino e um do sexo masculino.

Como foram realizadas poucas observações, considera-se que a incerteza da reprodutibilidade é uma incerteza Tipo B-R, com uma incerteza padrão dada pela equação 14 (ver secção 2.1.5.2.1.2):

$$u(reprodutibilidade) = \frac{máximo\ (média\ dos\ operadores) - mínimo(média\ dos\ operadores)}{\sqrt{3}} = 38{,}22\ N/mm$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da reprodutibilidade do ensaio é **C_I = 1.**

Resumindo os cálculos, feitos anteriormente, estão representados na Tabela 23:

Tabela 23 - Dados compilados determinados anteriormente

Fontes de incerteza	Tipo de incerteza	Incerteza padrão (u(xi))	Coeficiente de sensibilidade	Componente quadrático (u^2)	Nº de graus de liberdade
1.1 EMA do dinamómetro	TIPO B-R	3,4641	1	12	∞
1.2 Resolução do dinamómetro	TIPO B-R	0,0289	1	0,0008	∞
1.3 Repetibilidade das medições	TIPO A	13,0260	1	169,677	3
1.4 Reprodutibilidade (operador)	TIPO B-R	38,2206	1	1460,813	∞

Resultados do ensaio

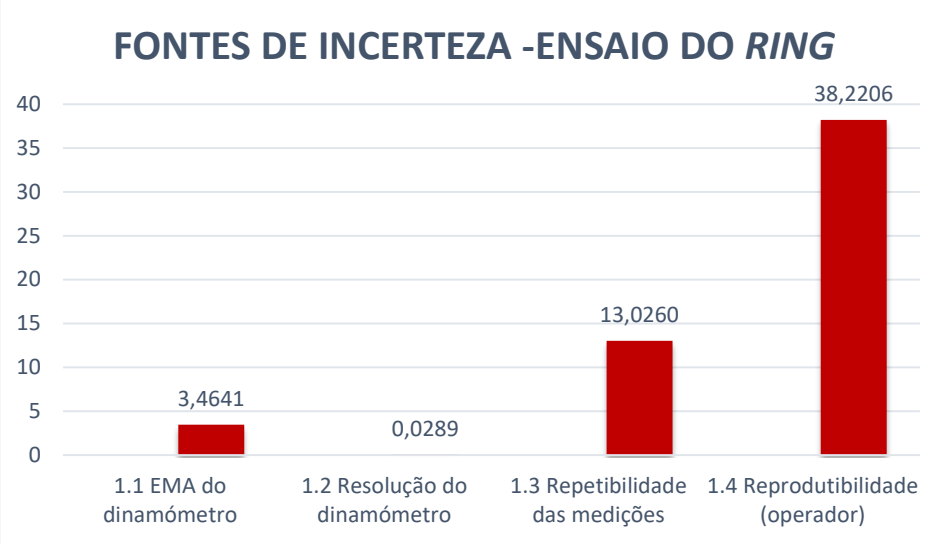


Figura 34 - Gráfico representativo das fontes de incerteza – ensaio *RING*

Assim, pela análise do gráfico da Figura 34 pode-se concluir que a incerteza associada à reprodutibilidade é a dominante, a qual demonstra a influência na preparação das amostras do ensaio consoante o operador.

Usando o quadro anterior, calculam-se as seguintes componentes (Tabela 24):

Tabela 24 - Dados intermédios para a determinação da incerteza do ensaio do *RING*

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado
Variância combinada (u^2 (y))	(15)	1642,49

Incerteza padrão combinada	(19)	40,53
Graus de liberdade efetivos	(21)	225,38

Assim, pela tabela de graus de liberdade da distribuição *de t-student*, o valor do grau de liberdade efetivo corresponde a um fator de expansão é tomado como, ***k*= 2,00**.
Então, a incerteza expandida, representada na Tabela 25 é:

Tabela 25 - Incerteza expandida do ensaio do *RING*

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado (N/mm)
Incerteza expandida (U)	(20)	81,056

Portanto, o *RING* da amostra é:

Força do *RING* = 2638,59± 81,06 N/mm

3.4.3.4 Ensaio de alongamento à tração do alumínio

O princípio do ensaio está exposto nos pontos 3.2.1.4 e 3.2.2.4.

Condições de rastreabilidade dos equipamentos secundários

-Dimensões do provete consoante o que a norma define (equipamento de corte pneumático calibrado);
-Medições consoante o que a norma obriga (paquímetro calibrado).

Resultados do ensaio

Foram realizados quatro ensaios à mesma amostra, sendo atribuído a realização de dois ensaios a cada técnico de laboratório responsável pelo trabalho diário do laboratório da DUOFIL.
Em cada ensaio são obtidos três provetes da liga de alumínio, para serem testados no dinamómetro. O ensaio de alongamento à tração ao alumínio fornece três resultados, a percentagem do alongamento do alumínio (A50), a tensão limite de elasticidade (Rp 0,2%) e a resistência à tração (Rm). Para cada um deles, foi calculada a incerteza associada ao resultado.

Identificação das fontes de incerteza

- Incerteza devida ao erro máximo admissível (EMA) do dinamómetro;
- Incerteza devida à resolução do dinamómetro;
- Incerteza devida à repetibilidade em relação à percentagem do alongamento;
- Incerteza devida à repetibilidade em relação à tensão limite elástico;
- Incerteza devida à repetibilidade em relação à resistência à tração;
- Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade) em relação à percentagem do alongamento;

- Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade) em relação à tensão limite elástico;
- Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade) em relação à resistência à tração.

Incerteza do dinamómetro

Trata-se de uma incerteza Tipo B-R, pois considera-se o erro máximo admissível (EMA) do equipamento, que é de 1 N, valor obtido do relatório de calibração do dinamómetro. Assim, a incerteza padrão, baseada na expressão 12 é:

$$u(x_i) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}577N$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo do erro máximo admissível do equipamento do ensaio é $\mathbf{C_I = 1}$.

Incerteza da resolução do dinamómetro

Trata-se de uma incerteza Tipo B retangular (B-R), sendo "2a" = 0,1 N Assim, a incerteza – padrão baseada na equação 12 é:

$$u(x_i) = \frac{\frac{0{,}1}{2}}{\sqrt{3}} = 0{,}029N$$

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da resolução do equipamento do ensaio é $\mathbf{C_I = 1.}$

Incerteza da repetibilidade das medições

Considera-se a repetibilidade relativamente à obtenção dos resultados da percentagem do alongamento do alumínio, a tensão do limite elástico e a resistência à tração obtida no ensaio de alongamento à tração do alumínio. Efetuaram-se quatro ensaios separadamente, repetidos segundo as mesmas condições. Portanto, está-se perante uma incerteza do Tipo A, como referido anteriormente, cujo os resultados da incerteza-padrão experimental da média (baseada na equação 8) estão representados na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores para o cálculo da incerteza padrão

	Alongamento do alumínio (A50) (%)	Tensão de limite elástico (Rp 0,2%) (MPa)	Resistência à tração (Rm) (MPa)
AMOSTRA 1	25,93	66,77	117,07
AMOSTRA 2	26,67	64,03	117,70
AMOSTRA 3	25,80	64,37	117,60
AMOSTRA 4	25,60	65,70	117,47
Média	**26,00**	**65,22**	**117,46**
Desvio padrão (s)	**0,403**	**1,091**	**0,241**
Variância (s^2)	**0,162**	**1,190**	**0,058**
$u(x_i)$	**0,201**	**0,545**	**0,120**

Como já referido, o coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da repetibilidade das medições é **CI = 1**.

Incerteza devida ao operador (reprodutibilidade)

Para proceder à determinação da reprodutibilidade, o ensaio foi realizado por dois técnicos, um do sexo feminino e um do sexo masculino.

Como foram realizadas poucas observações, considera-se que a incerteza da reprodutibilidade é uma incerteza Tipo B-R, com uma incerteza padrão dada pela expressão 14 (ver secção 2.1.5.2.1.2). Na Tabela 27 encontram-se os resultados da reprodutibilidade dos operados em relação aos três componentes do ensaio.

Tabela 27 – Incerteza devida ao operador consoante o resultado pretendido

Reprodutibidade em relação a	Valor calculado
% do alongamento do alumínio (A50)	0,616
Tensão de limite elástico (Rp 0,2%) (MPa)	1,578
Resistência à tração (Rm) (MPa)	0,366

O coeficiente de sensibilidade relativo ao estudo da reprodutibilidade do ensaio é **C_I = 1.**

Resumindo os cálculos, efetuados anteriormente, encontram-se representados na Tabela 28:

Tabela 28 - Dados compilados determinados anteriormente

Fontes de incerteza	Tipo de incerteza	Incerteza padrão (u(xi))	Coeficiente de sensibilidade	Componente quadrático (u^2)	Nº de graus de liberdade
1.1 EMA do dinamómetro	TIPO B-R	0,577	1	0,333	∞
1.2 Resolução do dinamómetro	TIPO B-R	0,029	1	0,001	∞
1.3 Repetibilidade das medições- alongamento	TIPO A	0,201	1	0,041	∞
1.3 Repetibilidade das medições- tensão	TIPO A	0,545	1	0,297	∞
1.3 Repetibilidade das medições- resistência	TIPO A	0,120	1	0,014	3
1.4 Reprodutibilidade (operador) - alongamento	TIPO B-R	0,616	1	0,379	∞
1.4 Reprodutibilidade (operador) - tensão	TIPO B-R	1,578	1	2,490	∞
1.4 Reprodutibilidade (operador) - resistência	TIPO B-R	0,366	1	0,134	∞

Representação gráfica

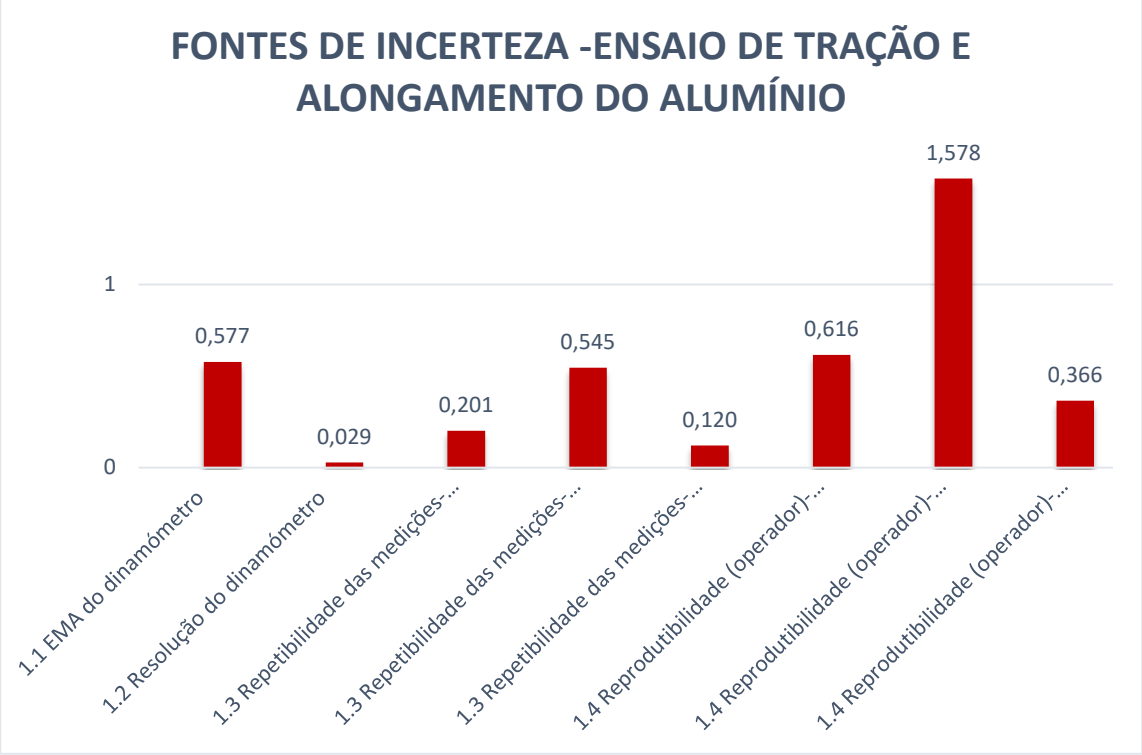


Figura 35 - Gráfico representativo das fontes de incerteza – ensaio de alongamento à tração do alumínio

Assim, pela análise do gráfico da Figura 35 pode-se concluir que a incerteza associada à reprodutibilidade do operador é a dominante.
Usando o quadro anterior, calculam-se os componentes descritos na Tabela 29.

Tabela 29 - Dados intermédios para a determinação da incerteza do ensaio de alongamento à tração do alumínio

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado (%)	Valor calculado (MPa)	Valor calculado (MPa)
Variância combinada (u^2 (y))	(15)	0,75	3,12	0,48
Incerteza padrão combinada	(19)	0,87	1,77	0,69
Graus de liberdade efetivos	(21)	3663,03	91385,33	1844,38

Assim, pela tabela de graus de liberdade da distribuição *de t-student*, o valor do grau de liberdade efetivo corresponde a um fator de expansão que é tomado como ***k* = 2,00**.
Então, a incerteza expandida está representada na Tabela 30:

Tabela 30 - Incerteza expandida do ensaio de alongamento à tração do alumínio

Conceitos	Nª da equação	Valor calculado (%)	Valor calculado (MPa)	Valor calculado (MPa)
Incerteza expandida (U)	(20)	1,737	3,534	1,389

Portanto, o resultado do ensaio de alongamento à tração da amostra de alumínio é:

- **% do alongamento do alumínio (A50) = 26 ± 1,74%**
- **Tensão de limite elástico (Rp 0,2%) = 65,22 ± 3,54 MPa**
- **Resistência à tração (Rm) = 117,46 ± 1,39 MPa**

3.4.3.5 Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação

No ensaio de determinação do tempo de indução à oxidação não foi possível determinar a incerteza associada, pois o equipamento principal, o calorímetro, não é calibrado por entidades responsáveis e certificadoras, e a empresa não possuí recursos internamente necessários para determinar o erro máximo admissível.

3.4.3.6 Ensaio da resistência à pressão interior

Trata-se de um ensaio qualitativo, isto é, a amostra é aprovada ou reprovada consoante condições visuais, atribuídas depois do decorrer do ensaio de pressão interior. A amostra pode apresentar possíveis fissuras ou ranhuras, ou simplesmente não apresentar qualquer dano na sua constituição. Por isso, não é possível determinar a incerteza associada ao resultado, pois o resultado do ensaio é OK ou NOK.

3.4.3.7 Ensaio de tensão residual química com MEK

Também trata-se de um ensaio qualitativo, isto é, o acessório é considerado uniforme, se depois de exercida uma tensão residual posterior a uma imersão de metiletilcetona, não apresentar fraturas, por isso não é possível determinar a incerteza associada ao resultado, devido à aprovação ou reprovação da amostra ser feita consoante a análise do aspeto visual.

3.4.4 Cálculo do custeio

Depois de uma pesquisa teórica sobre o custeio de serviços e produtos, escolheu-se o custeio por absorção, pois os custos indiretos estão ligados aos ensaios laboratoriais pelo volume de utilização, horas máquinas, mão-de-obra direta e matérias-primas, considerando assim, o método de custeio mais eficaz para custear os ensaios do laboratório da DUOFIL. Iniciou-se o custeio com a classificação dos custos variáveis e fixos associados a cada ensaio e de seguida determinaram-se os custos diretos e indiretos.

3.4.4.1 Custos fixos

Classificou-se como custos fixos **os custos da mão-de-obra** direta e indireta associada ao trabalho industrial do laboratório e os **custos dos equipamentos (custos indiretos)**, tendo em consideração as calibrações associadas a cada equipamento.

Custos de mão-de-obra

Na tabela seguinte encontram-se os dados referentes ao pessoal envolvido diretamente no dia-a-dia do laboratório (dois técnicos de laboratório), o responsável pela atividade laboratorial, a diretora geral da empresa e o responsável pela manutenção. A cada um é atribuído uma carga horária representativa e um salário empresarial.

Tabela 31 – Dados para o cálculo do custo de mão-de-obra

	Tipo	Função	Nº de funcionários	Trabalho diário (h)	Vencimento (€/mês)
Custos de mão-de-obra (MO)	**MO DIRETA**	Técnico de laboratório	2	8	1403
	MO INDIRETA	Responsável pelo laboratório	1	6	2501
	MO INDIRETA	Diretora geral da empresa	1	0,5	5002
	MO INDIRETA	Responsável pela manutenção	1	0,25	2501

Através destes dados, determinou-se o custo de mão-de-obra por ensaio, calculando o custo da MO direta e a MO indireta, de diferentes maneiras. A mão-de-obra direta apresenta um custo sobre a duração de cada ensaio, já a mão-de-obra indireta é determinada sobre o horário total do seu contributo no laboratório,

independentemente da duração do ensaio, pois não entram diretamente na realização do ensaio, mas é necessário a sua intervenção para a sustentabilidade do laboratório.

Custos de equipamentos

Na determinação dos custos indiretos dos equipamentos teve-se em consideração todos os equipamentos necessários para a realização de cada ensaio.

Na tabela 32 encontram-se todos os equipamentos usados, atribuídos a 3 categorias: Equipamentos auxiliares, utilizados maioritariamente na preparação das amostras e provetes; Equipamentos principais, necessários para a obtenção do resultado pretendido; Solventes, como o nome indica, produtos consumíveis para a ajuda do processo de obtenção de resultados.

Tabela 32 - Equipamentos considerados nos custos dos respetivos ensaios

Equipamentos auxiliares	Equipamentos principais	Solventes
• Tesoura de corte • Folhas brancas • Canetas • Corrente metálica • Pinça • Rede metálica • Clips • X-ato • Acoplamento da fresa • Serra metálica • Marcador • Acoplamento do dinamómetro • Máquina de corte pneumático • Cadinhos • Gobelé • Chave de fendas	• Acessórios de ligação • Estações de pressão • Computadores + Softwares • Tanque de banhos térmicos • Bichas de pressão • Cronómetro • Calorímetro • Balança analítica • Dinamómetro • Paquímetro • Manta de aquecimento • *Hotte* • Balão volumétrico • Serpentina • Estufa térmica • Micrótomo	• Xilol • Antioxidante • Nitrogénio • Oxigénio • Metietilcetona

Para cada equipamento utilizado, consideraram-se o preço inicial e a período legal de amortização da utilização do mesmo, amortizando o preço ao minuto, por amostra. Teve-se também em consideração o preço da amortização da calibração ao minuto, que se decompõe no preço da deslocação da pessoa responsável pela calibração e o próprio processo de calibração do equipamento por entidades competentes, realizada anualmente. Por fim, é calculado o custo final dos equipamentos, considerando a duração do ensaio.

3.4.4.2 *Custos variáveis*

Para a determinação dos custos variáveis, atribuíram-se os custos da matéria-prima utilizada em cada ensaio e os custos energéticos, desde água, energia elétrica gasta pelos equipamentos e pela luz de presença.

Custo da matéria-prima

Para a determinação do custo da matéria-prima, considerou-se os produtos apresentados na Tabela 33, para a obtenção do preço unitário por quilogramas, usados consoante o âmbito do ensaio.

Tabela 33 – Tipo de matéria-prima usada nos ensaios correspondentes

Tipo de matéria-prima	Tipo de produto- Identificação
Tubo PE-Xb	16x1,5 PE-Xb Azul
Tubo PE-Xa	16 x2,0 PE-Xa Natural
Tubo Multicamada	16X2,0 SOMATHERM
Alumínio	0,2 x 53 ALERIS
Acessório PPSU	Boxer

Para determinar o custo total da matéria-prima por ensaio, delimitou-se a quantidade da massa usada por ensaio, em quilogramas, pelo preço unitário do produto.

Custo energético

Como já foi referido anteriormente, na determinação deste custo consideraram-se os gastos da água, da iluminação e eletricidade consumidos pelos equipamentos usados em cada ensaio. Para tal, fez-se estimativas de gastos energéticos feitos pelo laboratório, pois a empresa apresenta faturação dos consumos energéticos de forma global, onde são considerados todos os departamentos existentes, desde a produção, à administração, planeamento e armazém.

Tabela 34 – Estimativas dos consumos energéticos associadas ao Laboratório

Tipo de consumo energético	Estimativa de gasto energético do laboratório
Eletricidade	3 % do gasto total da DUOFIL
Água	5 % do gasto total da DUOFIL

Para a determinação do custo de eletricidade consumida pelo laboratório, considerou-se a faturação do gasto anual de 2018 da empresa da DUOFIL, que rondou o valor de 28.011€.

Considerando a existência de equipamentos utilizados noutros ensaios que apresentam gastos elétricos, atribui-se uma percentagem de gasto a cada equipamento, exposto na Tabela 34. Usou-se a legenda exposta na Tabela 11 referente ao *layout* industrial do laboratório (figura 30).

Tabela 35 – Estimativa de consumo de eletricidade por equipamento do laboratório

Equipamento	Eletricidade	Equipamento	Eletricidade	Equipamento	Eletricidade
1	2%	2	0,1%	3	0%
4	5%	5	18%	6	20%
7	10%	8	1%	9	2%
10	2%	11	0%	12	0,1%
13	0%	14	0,5%	15	0,3%
16	0,5%	17	0,3%	18	0%
19	0%	20	0,1%	21	2%
22	0%	23	5%	24	0,1%
25	0%	26	0,5%	27	10%
28	0%	29	0%	30	0,2%
31	20%	32	0,1%	**Iluminação**	0,2%

Assim, determinou-se para cada ensaio, consoante os equipamentos utilizados e o tempo usado em cada um, o custo associado ao gasto da eletricidade, juntando o custo da iluminação geral do laboratório.

Já para a determinação do custo energético associado à água, foi usado outro método de determinação de custos, visto que não existia distribuição de água por entidade pública no ano de 2018.
Através da tabela de preços da empresa responsável pela distribuição de água em Vila do Conde, a INDAQUA, determinou-se a tarifa atribuída a entidades de comércio e indústrias, associadas ao 3º escalão, pois a DUOFIL apresenta um débito médio volumétrico mensal de 297 m^3. A tarifa referida toma o valor de 4,3325 €/m^3 (ANEXO X).
Depois de determinar o gasto de água do laboratório, através da estimativa apresentada na tabela 21, atribuíram-se por percentagem os consumos da água aos vários equipamentos responsáveis pelo seu consumo, expostos na tabela seguinte. Foi aproveitada e utilizada novamente a legenda da Tabela 11 referente ao *layout* industrial do laboratório, encontrada na Figura 30, para mostrar a estimativa do consumo de água residual nos equipamentos correspondentes do laboratório.

Tabela 36 - Estimativa de consumo de água por equipamento do laboratório

Equipamento	Água	Equipamento	Água	Equipamento	Água
1	2%	2	0%	3	0%
4	0%	5	10%	6	10%
7	10%	8	35%	9	0%
10	0%	11	0%	12	0%
13	0%	14	0%	15	0%
16	0%	17	0%	18	0%
19	0%	20	0%	21	2%
22	2,8%	23	0%	24	0%
25	0%	26	5%	27	5%
28	0%	29	0%	30	0%
31	18%	32	0%	**Lavatório**	0,2%

Assim, determinou-se, para cada ensaio, o custo associado ao consumo de água, consoante os equipamentos utilizados e a duração de cada um, concluindo deste modo o cálculo do custo energético.

3.4.4.3 Ensaio de Taxas de Reticulação

Com a metodologia exposta nos pontos anteriores, e considerando os equipamentos utilizados e o âmbito de aplicação do ensaio de taxas de reticulação, visíveis no QPE correspondente (ANEXO II), no caso do ensaio das taxas de reticulação determinou-se custos diferentes consoante o método de preparação escolhido, visto que existe três possibilidades de obtenção das amostras. Na tabela 37 encontram-se os tempos associados a cada método de preparação das amostras.

Tabela 37 – Tempo de execução de tarefas do ensaio das taxas de reticulação, em minutos

Fases do ensaio (min)	Corte com X-ato	Corte com Micrótomo	Corte com a fresa
Preparação da amostra	15	6	8
Ebulição		480	
Secagem		180	
Preparação dos resultados		5	
Duração total	680	671	673

Os custos associados ao ensaio de taxas de reticulação por matéria-prima e por preparação de amostras determinados são expostos na Tabela 38.

Tabela 38 – Custos Finais do ensaio de taxas de reticulação (em €)

	Custo de MP	Custo de MO	Custo dos equipamentos	Custo energético	Custo total
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€) (x-ato)	0,031 (PE-Xb)	7,031	0,495	0,300	**7,816**
	0,043 (PE-Xa)				**7,829**
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€) (micrótomo)	0,031 (PE-Xb)	4,640	0,500	0,260	**5,430**
	0,043 (PE-Xa)				**5,442**
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€) (fresa)	0,031 (PE-Xb)	5,171	0,494	0,260	**5,956**
	0,043 (PE-Xa)				**5,968**

Os cálculos intermédios desta análise encontram-se no anexo XI.
Na Figura 37 encontra-se representada a contribuição de cada tipo de custo no custo final, consoante o método de preparação das amostras, em percentagem.

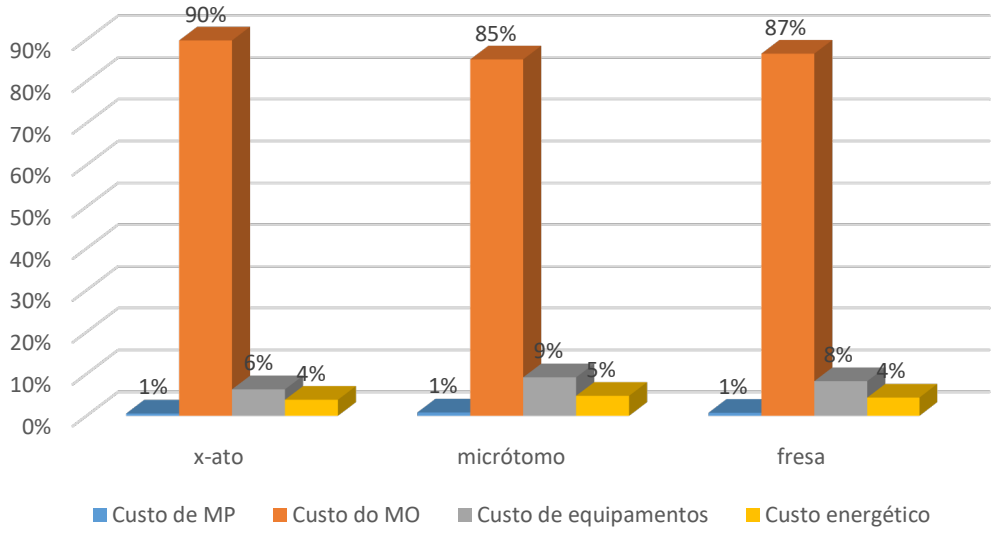


Figura 36 – Custos do ensaio de taxas de reticulação nos diferentes métodos de preparação das amostras

Através da análise da figura 36, é possível concluir que a mão-de-obra é o custo que mais inflaciona o custo total do ensaio de taxas de reticulação. Também se verifica que o método de preparação de amostras mais económico é o ensaio com recurso ao micrótomo.

3.4.4.4 *Ensaio do PEELING*

Considerando os equipamentos utilizados e o âmbito do ensaio do *PEELING*, visíveis no QPE correspondente (ANEXO III), determinou-se o custo total do ensaio. Na Tabela 39 está exposta a duração das várias fases do ensaio.

Tabela 39 – Duração das fases do ensaio do *PEELING*

Fases do ensaio	Duração (min)
Preparação da amostra	15
Dinamómetro	20
Preparação dos resultados	2
Duração total	37

Assim, depois da atribuição dos custos associados ao custo final do ensaio, obtêm-se os valores expostos na Tabela 27.

Tabela 40 – Custos do ensaio do *PEELING (em €)*

	Custo de MP	**Custo de MO**	**Custo dos equipamentos**	**Custo energético**	**Custo total**
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€)	0,057 (MRT)	11,549	0,088	0,006	**11,700**

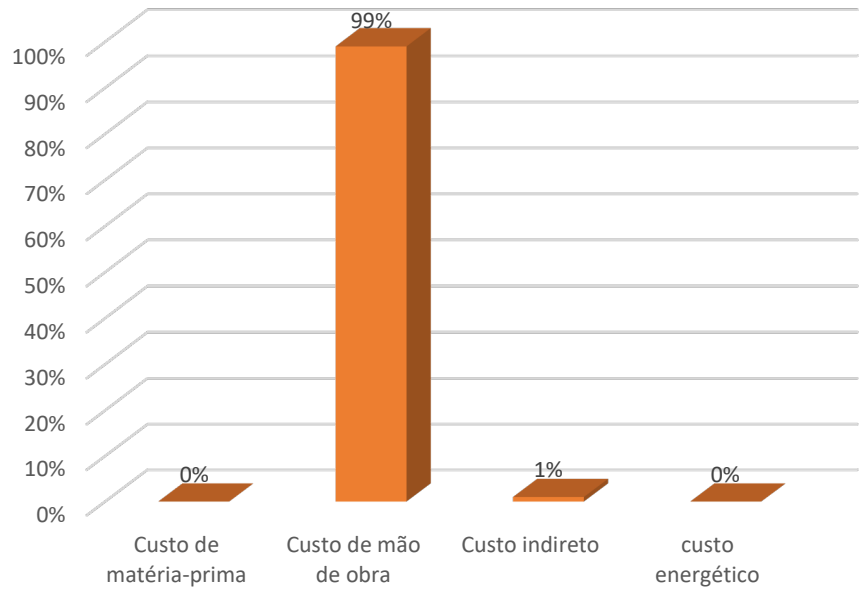


Figura 37 – Contribuição dos custos fixos e variáveis no custo total

Através da análise da Figura 37, pode-se concluir que o gasto mais elevado deste ensaio é a mão-de-obra associada ao ensaio. Os restantes custos apresentam contribuições menores de 1% no preço total do ensaio do *PEELING*. Os cálculos intermédios podem ser consulados em anexo (ANEXO XII).

3.4.4.5 *Ensaio do RING*

Com a ajuda do QPE do *RING* (ANEXO IV), determinou-se o custo total do ensaio por amostra, considerando os custos fixos e variáveis (diretos e indiretos) associados ao ensaio. Na tabela 41 encontram-se os tempos determinados por fases de realização do ensaio.

Tabela 41 – Durabilidade das várias fases do ensaio *RING*

Fases do ensaio	Duração (min)
Preparação da amostra	5
Dinamómetro	20
Preparação dos resultados	5
Duração total	30

Os valores definidos na Tabela 42, representam o resultado dos custos finais do ensaio do *RING*.

Tabela 42 – Custos finais do ensaio *RING (em €)*

	Custo de MP	**Custo de MO**	**Custo dos equipamentos**	**Custo energético**	**Custo total**
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€)	0,100 (MRT)	9,689	0,088	0,006	**9,883**

Os cálculos intermédios para a determinação dos custos finais do ensaio *RING* podem ser visualizados no ANEXO XIII.

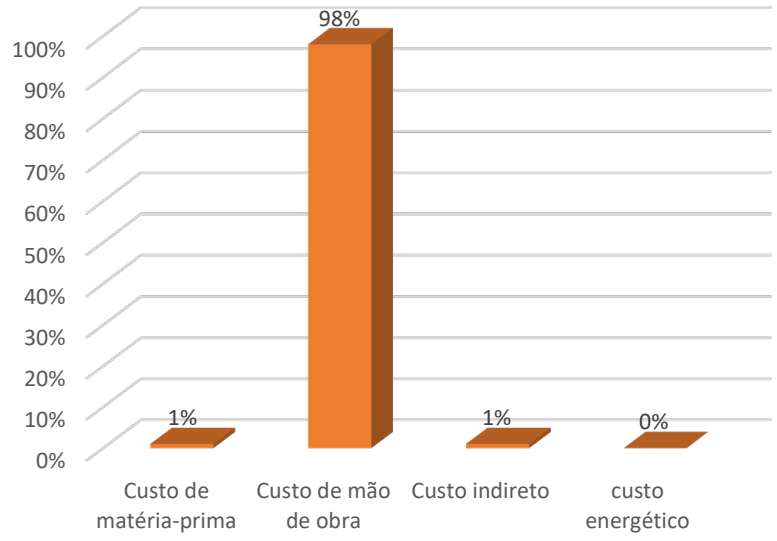


Figura 38 – Contribuição representativa dos custos associados ao ensaio *RING*

Através da representação gráfica (Figura 38), conclui-se o mesmo que o ensaio *PEELING,* visto que os dois ensaios são relativamente idênticos na sua realização.

3.4.4.6 *Ensaio de alongamento à tração do alumínio*

Através da análise e visualização de realização de ensaios de tração e alongamento à matéria-prima, o alumínio, determinou-se os equipamentos usados no respetivo ensaio. O procedimento de ensaio demostra todo o processo de realização do ensaio (ANEXO V). A duração associada a cada fase do ensaio encontra-se na Tabela 43.

Tabela 43 – Temporização das fases do ensaio de alongamento à tração do alumínio

Fases do ensaio	Duração (min)
Preparação da amostra	12
Dinamómetro	10
Preparação dos resultados	15
Duração total	37

Com a metodologia exposta no início do capítulo dos custeios, determinaram-se os custos associados ao ensaio do alumínio, representados na Tabela 44.

Tabela 44 – Custos associados ao ensaio de alongamento à tração do alumínio (em €)

	Custo de MP	Custo de MO	Custo dos equipamentos	Custo energético	Custo total
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€)	0,012 (Al)	11,549	0,089	0,006	**11,656**

Todos os cálculos necessários para a obtenção do custeio do ensaio em questão estão representados no anexo XIV. Na Figura 39 encontra-se a percentagem dos custos intermédios no custo total.

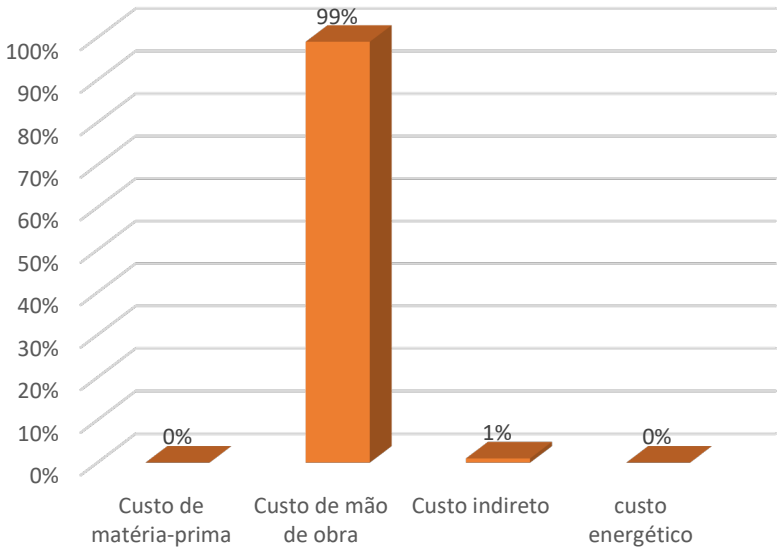


Figura 39 – Representação gráfica da contribuição dos custos intermédios no custo total do ensaio

Conclui-se que o custo de MO contribui em 99% para o custo final do ensaio de alongamento à tração do alumínio.

3.4.4.7 *Ensaio de determinação do tempo da indução à oxidação*

Com a metodologia exposta na introdução dos custeios, considerando também os equipamentos utilizados e o âmbito do ensaio de indução à oxidação, expostos no QPE correspondente (ANEXO VI), determinou-se os custos associados ao respetivo ensaio.
A duração dos pontos do procedimento estão representados na Tabela 45.

Tabela 45 – Duração das fases representativas do ensaio de determinação do tempo de indução à oxidação

Fases do ensaio	Duração (min)
Preparação da amostra	7
Dinamómetro	120
Preparação dos resultados	5
Duração total	132

Assim determinou-se os custos totais do ensaio consoante a matéria-prima usada, expostos na Tabela 46.

Tabela 46 – Custos associados ao ensaio de indução à oxidação (em €)

	Custo de MP	Custo de MO	Custo dos equipamentos	Custo energético	Custo total
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€)	0,010 (Pe-xb)	4,91	0,52	0,01	**5,448**
	0,014 (Pe-xa)				**5,451**
	0,018 (MRT)				**5,456**

Os cálculos intermédios podem ser visualizados em anexo (ANEXO XV).

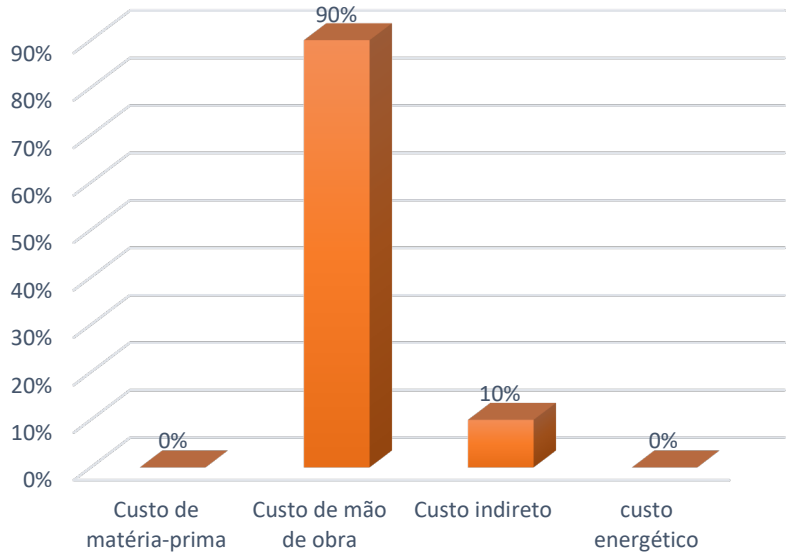


Figura 40 – Contribuição média dos custos intermédios no custo total do ensaio

Pode-se determinar que o custo da mão-de-obra é o que inflaciona mais o custo do ensaio de determinação do tempo de indução da oxidação, através da análise da Figura 41.

3.4.4.8 *Ensaio da resistência à pressão interior*

Considerando os equipamentos utilizados e o âmbito do ensaio da resistência à pressão interior, calculou-se os custos intermediários e final do ensaio correspondente.
Na Tabela 47, encontra-se o tempo necessário para cada fase do ensaio.

Tabela 47 – Duração das fases do procedimento de ensaio

Fases do ensaio	Duração (min)
Preparação da amostra	15
Banho térmico	9960
Preparação dos resultados	5
Duração total	9980

De seguida determinou-se os custos correspondentes ao ensaio expostos na Tabela 48, em que os cálculos intermédios podem ser analisados no anexo XVI.

Tabela 48 – Custos associados ao ensaio de resistência à pressão interior (em €)

	Custo de MP	Custo de MO	Custo dos equipamentos	Custo energético	Custo total
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€)	0,061 (PE-Xb)	7,03	58,96	5,36	**71,41**
	0,084 (PE-Xa)				**71,43**
	0,114 (MRT)				**71,46**

A diferença entre os custos associados a diferentes matérias-primas é de tal maneira desprezável que se realiza a média dos valores para se determinar a percentagem do contributo no custeio final.

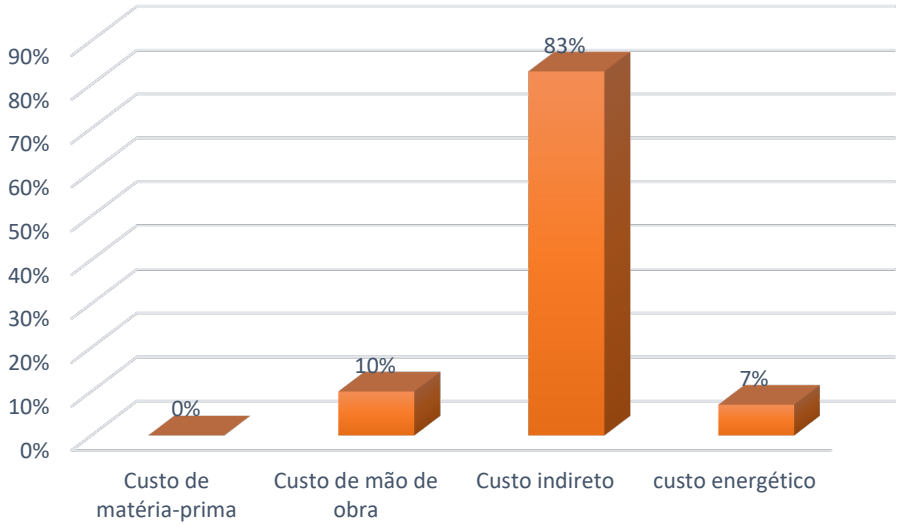


Figura 41 – Atributo dos custos intermédios no ensaio

Neste ensaio, a influência dos custos indiretos (custos de equipamentos) é mais elevada que a mão-de-obra, ilustrado na Figura 41, porque o ensaio apresenta uma duração mais extensa comparativamente com outros ensaios, sendo que a maior parte do ensaio é

realizado pelo equipamento, por isso influencia o preço final, e consultar os restantes dados no ANEXO XVI.

3.4.4.9 Ensaio de tensão residual química com MEK

Com a ajuda do QPE do MEK (ANEXO VII) determinou-se o custo total do ensaio por amostra, considerando os custos fixos e variáveis (diretos e indiretos) associados ao ensaio.

Na Tabela 49 encontram-se os tempos determinados por fases de realização do ensaio.

Tabela 49 – Tempo usado em cada fase do ensaio

Fases do ensaio	Duração (min)
Preparação do solvente	1
Imersão	1
Preparação dos resultados	2
Duração total	4

Assim determinou-se os custos totais do ensaio consoante a matéria-prima usada, expostos na Tabela 50.

Tabela 50 – Custos associados ao ensaio de tensão residual com recurso à metiletilcetona (em €)

	Custo de MP	Custo de MO	Custo dos equipamentos	Custo energético	Custo total
CUSTOS TOTAIS P/ ENSAIO (€)	0,740 (PPSU)	2,780	0,000	0,005	**3,525**

Os cálculos intermédios e os dados considerados, estão expostos no anexo XVII.

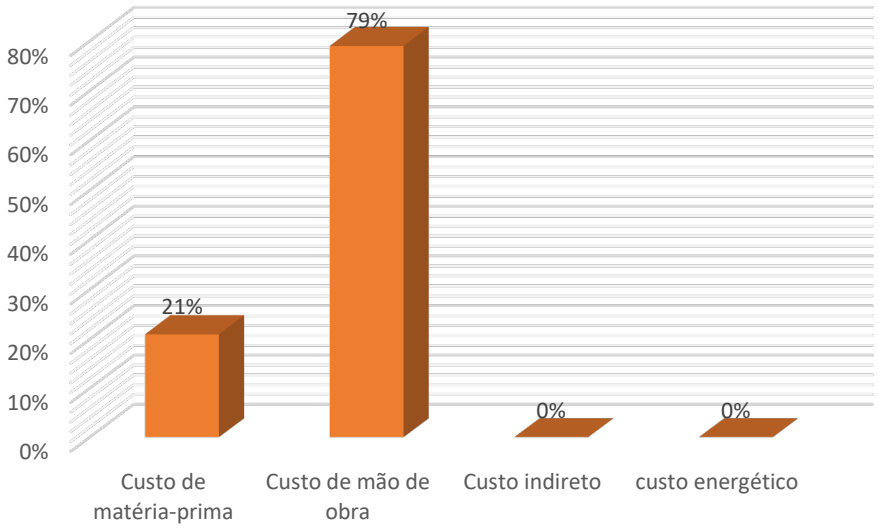


Figura 42 – Ilustração gráfica da contribuição dos custos intermédios no custo total do ensaio

Conclui-se, pela análise da Figura 42, que os custos dos equipamentos (custos indiretos) e o custo energético é desprezável neste ensaio. Mas já o custo da MP representa uma posição significativa.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Ao longo desta dissertação foram apresentadas conclusões que permitiram sustentar as opções de desenvolvimento efetuadas ao longo do projeto. Assim, nesta última secção é realizada uma síntese das principais conclusões, consequências e relevância do trabalho realizado e perspetiva dos futuros desenvolvimentos.

4.1 CONCLUSÕES

A acreditação passa por um processo formal de avaliação de organizações com o intuito de verificar as suas políticas e procedimentos, a sua competência industrial e a garantia das suas boas práticas da qualidade, validadas com os padrões universais estabelecidos.

Os principais benefícios da acreditação de laboratórios são numerosos e incluem programas de garantia de qualidade documentados formalmente, políticas e procedimentos para gerir registos, procedimentos de ação corretiva, responsabilidade perante uma autoridade externa e um maior nível de confiança do cliente em relação aos seus produtos ou serviços.

O objetivo inicial desta dissertação foi parcialmente conseguido, visto que foi proposta a imposição da acreditação do laboratório da empresa da DUOFIL- Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda, e não foi conseguida na sua totalidade. Avaliou-se a posição da empresa em resposta aos 5 requisitos impostos pela norma NP EN ISO 17025 responsável pela padronização internacional de requisitos impostos para a acreditação dos laboratórios de ensaio e calibração, em que o resultado dessa mesma avaliação permitiu perceber o incumprimento de várias premissas necessárias à acreditação do laboratório.

Quando o autor deu conta desse sucedido, optou-se por escolher alguns pontos necessários, encontrados na tabela 51, que conseguia determinar e melhorar durante o período de estágio, que se encontravam inexistentes ou desatualizados.

Tabela 51 - Resultado obtido dos objetivos iniciais

1º Objetivo: Validação dos procedimentos de ensaio		**Estado**
Tarefas:	Pesquisa e atualização documentos externos (ex.: normas, regulamentos, …)	Concluído
	Comparação com QPE definidos	Concluído

Tarefas:	Acompanhamento da realização dos ensaios	Concluído
	Melhoria dos QPE, nomeadamente através da inclusão de registo fotográfico	Concluído
	Formação aos utilizadores de QPE	Concluído
	2º Objetivo: Otimização de processos de inspeção	
	Registo de inspeção receção, em suporte digital	Concluído
	Registo de inspeção em curso, em suporte digital	Não realizada
	Registo de inspeção final, em suporte digital	Concluído
	Replaneamento do layout laboratorial	Concluído
	3º Objetivo: Determinação da incerteza e do custo associado a cada ensaio	
Tarefas:	Pesquisa de métodos de cálculo	Concluído
	Levantamento dos dados necessários	Concluído
	Inclusão da incerteza calculada em cada QPE	Concluído
	Custeio de ensaios laboratoriais	Concluído

Todos os pontos foram devidamente concluídos e com sucesso, desde a atualização dos documentos normativos, a documentação atualizada dos procedimentos de ensaios, a melhoria do *layout* industrial do laboratório, ao cálculo das incertezas dos vários ensaios identificados, e o respetivo custeio laboratorial, que irá fornecer à empresa os gastos atuais no laboratório e possíveis custos associados ao fornecimento de futuros serviços externos à atividade industrial da DUOFIL.

Porém, o autor deixou um grande arranque para a etapa da acreditação futura desejada pela empresa.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Como anteriormente referido, o laboratório não cumpria várias das premissas necessárias à acreditação por parte de uma identidade certificada. Assim sendo, apontam-se como trabalhos futuros, a continuação e conclusão dos restantes pontos, classificados como insuficientes na tabela de verificação dos requisitos da norma NP EN ISO 17025, representada no anexo I.

Para além disso, não foram executadas das mudanças estudadas e abordadas na melhoria do *layout* industrial do laboratório, por falta de investimento e de tempo, por parte da empresa.

Desse modo, em vista da melhoria futura da empresa, estas alterações propostas devem ser implementadas a curto/médio prazo, facilitando assim o manuseamento e transporte das amostras na atividade laboratorial.

Também é necessário realizar todos os processos determinados nesta dissertação para a gama restante de ensaios possíveis a serem realizados pelo laboratório da DUOFIL, que atualmente se encontram em desuso por falta de venda dos produtos responsáveis pelo âmbito do ensaio. Podem vir a ser necessários a qualquer momento e carecem de melhorias exigidas pela norma da acreditação.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS E LIVROS

5.2 WEB SITES

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 ARTIGOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS E LIVROS

Aillón, Humberto Silva, Welington Rocha, e Kelly Cristina Mucio Marques. 2018. «DEINSTITUTIONALIZATION OF ACTIVITY BASED COSTING: ANALYSIS FROM THE NEW INSTITUTIONAL SOCIOLOGY PERSPECTIVE». *Contabilidade Vista & Revista* 29 (1): 101–29. https://doi.org/10.22561/cvr.v29i1.3934.

Andiric, Linda R., Lawrence A. Chavez, Mira Johnson, Kenneth Landgraf, e Danny A. Milner. 2018. «Strengthening Laboratory Management Toward Accreditation, A Model Program for Pathology Laboratory Improvement». *Clinics in Laboratory Medicine* 38 (1): 131–40. https://doi.org/10.1016/j.cll.2017.10.010.

Antonelli, Giorgia, Laura Sciacovelli, Ada Aita, Andrea Padoan, e Mario Plebani. 2018. «Validation Model of a Laboratory-Developed Method for the ISO15189 Accreditation: The Example of Salivary Cortisol Determination». *Clinica Chimica Acta* 485 (Outubro): 224–28. https://doi.org/10.1016/j.cca.2018.07.005.

Barbosa, B., M.T. Pereira, F.J.G. Silva, e R.D.S.G. Campilho. 2017. «Solving Quality Problems in Tyre Production Preparation Process: A Practical Approach». *Procedia Manufacturing* 11: 1239–46. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.250.

Berte, Lucia M. 2007. «Laboratory Quality Management: A Roadmap». *Clinics in Laboratory Medicine* 27 (4): 771–90. https://doi.org/10.1016/j.cll.2007.07.008.

Beshah B, Jilcha K. 2014. «The Plan-Do-Check-Act Cycle of Value Addition». *Industrial Engineering & Management* 03 (01). https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000124.

Bradshaw, Anne E., e Christopher McNamara. 2017. «Laboratory Organisation, Management and Safety». Em *Dacie and Lewis Practical Haematology*, 511–32. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-6696-2.00024-2.

Buck, Cathy. 2004. «Application of Six Sigma to Reduce Medical Errors», 4.

Burnett, David. 2010. «Quality Management in the Laboratory». Em *Molecular Diagnostics*, 573–81. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374537-8.00040-7.

Cadwallader, L.C., e R.J. Pawelko. 2018. «Lessons Learned in Several Laboratory Upgrades». *Journal of Chemical Health and Safety* 25 (6): 3–5. https://doi.org/10.1016/j.jchas.2018.03.003.

Chapko, Michael K., Chuan-Fen Liu, Mark Perkins, Yu-Fang Li, John C. Fortney, e Matthew L. Maciejewski. 2009. «Equivalence of Two Healthcare Costing Methods: Bottom-up and Top-Down». *Health Economics* 18 (10): 1188–1201. https://doi.org/10.1002/hec.1422.

Cima, Robert R., Michael J. Brown, James R. Hebl, Robin Moore, James C. Rogers, Anantha Kollengode, Gwendolyn J. Amstutz, Cheryl A. Weisbrod, Bradly J. Narr, e Claude Deschamps. 2011. «Use of Lean and Six Sigma Methodology to Improve Operating Room Efficiency in a High-Volume Tertiary-Care Academic Medical Center». *Journal of the American College of Surgeons* 213 (1): 83–92. https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2011.02.009.

Collins, John. 2018. «Accreditation». Em *HR Management in the Forensic Science Laboratory*, 457–75. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801237-6.00026-9.

Costa, T., F.J.G. Silva, e L. Pinto Ferreira. 2017. «Improve the Extrusion Process in Tire Production Using Six Sigma Methodology». *Procedia Manufacturing* 13: 1104–11. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.171.

Croxatto, A., e G. Greub. 2017. «Project Management: Importance for Diagnostic Laboratories». *Clinical Microbiology and Infection* 23 (7): 434–40. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2017.04.007.

Dahlgaard, Jens J., Kai Kristensen, e Gopal K. Kanji. 1995. «Total Quality Management and Education». *Total Quality Management* 6 (5): 445–56. https://doi.org/10.1080/09544129550035116.

Elder, B. Laurel. 2008. «Six Sigma in the Microbiology Laboratory». *Clinical Microbiology Newsletter* 30 (19): 143–47. https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2008.09.001.

Fonseca, Luis, e José Pedro Domingues. 2016. «Auditar a norma ISO 9001:2015- Uma perspetiva global dos auditores». *Associação Portuguesa para a Qualidade*, Junho. http://hdl.handle.net/10400.22/9682.

Freitas, Andreia M, F J G Silva, L P Ferreira, J C Sá, M T Pereira, e J Pereira. 2019. «Improving Efficiency in a Hybrid Warehouse: A Case Study». *Procedia Manufacturing*, 11.

Garza-Reyes, Jose Arturo, Joseth Torres Romero, Kannan Govindan, Anass Cherrafi, e Usha Ramanathan. 2018. «A PDCA-Based Approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)». *Journal of Cleaner Production* 180 (Abril): 335–48. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121.

Godina, Radu, Carina Pimentel, F.J.G. Silva, e João C.O. Matias. 2018. «Improvement of the Statistical Process Control Certainty in an Automotive Manufacturing Unit». *Procedia Manufacturing* 17: 729–36. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.123.

Gonzalez, Martha, Heather Nachtmann, e Edward Pohl. 2017. «Time-Driven Activity-Based Costing for Health Care Provider Supply Chains». *The Engineering Economist* 62 (2): 161–79. https://doi.org/10.1080/0013791X.2016.1264035.

Handoo, Anil, e Swaroop Krishan Sood. 2012. «Clinical Laboratory Accreditation in India». *Clinics in Laboratory Medicine* 32 (2): 281–92. https://doi.org/10.1016/j.cll.2012.04.009.

Hou, M., D.L. Song, Z.L. Shi, e Z.M. Yuan. 2019. «Quality Management in a High-Containment Laboratory». *Journal of Biosafety and Biosecurity* 1 (1): 34–38. https://doi.org/10.1016/j.jobb.2019.01.009.

Huang, Yi, Jicheng Huang, Han Xia, Yongxia Shi, Haixia Ma, e Zhiming Yuan. 2019. «Networking for Training Level 3/4 Biosafety Laboratory Staff». *Journal of Biosafety and Biosecurity* 1 (1): 46–49. https://doi.org/10.1016/j.jobb.2018.12.004.

Huck, Amelia, e Kent Lewandrowski. 2014. «Utilization Management in the Clinical Laboratory: An Introduction and Overview of the Literature». *Clinica Chimica Acta* 427 (Janeiro): 111–17. https://doi.org/10.1016/j.cca.2013.09.021.

Jericó, Marli de Carvalho, e Valéria Castilho. 2010. «Gerenciamento de custos: aplicação do método de Custeio Baseado em Atividades em Centro de Material Esterilizado». *Revista da Escola de Enfermagem da USP* 44 (3): 745–52. https://doi.org/10.1590/S0080-62342010000300028.

Jones, G.R. 2016. «Accreditation: Toxicology Laboratories». Em *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine*, 30–33. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800034-2.00004-5.

Kapoor, Ritika, Wei Chuen Tan-Koi, e Yik-Ying Teo. 2016. «Role of Pharmacogenetics in Public Health and Clinical Health Care: A SWOT Analysis». *European Journal of Human Genetics* 24 (12): 1651–57. https://doi.org/10.1038/ejhg.2016.114.

Lehmann, H.Peter. 1998. «Certification Standards Transfer: From Committee to Laboratory». *Clinica Chimica Acta* 278 (2): 121–44. https://doi.org/10.1016/S0009-8981(98)00139-9.

Lestari, Fatma, Anom Bowolaksono, Sri Yuniautami, Tia Retno Wulandari, e Saraswati Andani. 2019. «Evaluation of the Implementation of Occupational Health, Safety, and Environment Management Systems in Higher Education Laboratories».

Journal of Chemical Health and Safety, Fevereiro, S1871553219300015. https://doi.org/10.1016/j.jchas.2018.12.006.

Li, Na, Lingfei Hu, Aijun Jin, e Jinsong Li. 2019. «Biosafety Laboratory Risk Assessment». *Journal of Biosafety and Biosecurity*, Fevereiro, S2588933818300165. https://doi.org/10.1016/j.jobb.2019.01.011.

Liliana, Luca. 2016. «A New Model of Ishikawa Diagram for Quality Assessment». *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 161 (Novembro): 012099. https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099.

Lynch, Kara L. 2018. «Accreditation and Quality Assurance for Clinical Liquid Chromatography–Mass Spectrometry Laboratories». *Clinics in Laboratory Medicine* 38 (3): 515–26. https://doi.org/10.1016/j.cll.2018.05.002.

Mason, S.E., C.R. Nicolay, e A. Darzi. 2015. «The Use of Lean and Six Sigma Methodologies in Surgery: A Systematic Review». *The Surgeon* 13 (2): 91–100. https://doi.org/10.1016/j.surge.2014.08.002.

Mohd.Yasin, Ruhizan, Mohd Nizam Ab. Rahman, Zunuwanas Mohamad, e Saemah Rahman. 2010. «Developing Framework for Intelligent Laboratory Management». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 9: 1194–97. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.306.

Morgado, L, Silva, F. J. G., e Fonseca, L. M. 2020. «Mapping Occupational Health and Safety Management Systems in Portugal: Outlook for ISO 45001:2018 Adoption». *Procedia Manufacturing*, 10. Aceite para publicação.

Olewski, Tomasz, e Mike Snakard. 2017. «Challenges in Applying Process Safety Management at University Laboratories». *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 49 (Setembro): 209–14. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.06.013.

Passmore, S.M. 2014. «Laboratory Management Systems». Em *Encyclopedia of Food Microbiology*, 402–8. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00175-0.

Phadermrod, Boonyarat, Richard M. Crowder, e Gary B. Wills. 2019. «Importance-Performance Analysis Based SWOT Analysis». *International Journal of Information Management* 44 (Fevereiro): 194–203. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.009.

Pires, António Ramos. 2016. *Sistemas de Gestão da Qualidade -Ambiente, Segurança, Responsabilidade Social, Indústria e Serviços*. 2ª. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.

Prasad, Poonam J., e G.L. Bodhe. 2012. «Trends in Laboratory Information Management System». *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 118 (Agosto): 187–92. https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2012.07.001.

Rauch, Carol A., e James H. Nichols. 2007. «Laboratory Accreditation and Inspection». *Clinics in Laboratory Medicine* 27 (4): 845–58. https://doi.org/10.1016/j.cll.2007.07.012.

Reed, Grant W., Michael L. Tushman, e Samir R. Kapadia. 2018. «Operational Efficiency and Effective Management in the Catheterization Laboratory». *Journal of the American College of Cardiology* 72 (20): 2507–17. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2179.

Sandle, Tim. 2016. «Laboratory Management and Design». Em *Pharmaceutical Microbiology*, 35–45. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100022-9.00004-9.

Santos, Deivid Senilson Dos. 2012. «CUSTOS DE ENSAIOS LABORATORIAIS: ESTUDO EM UMA COMPANHIA MULTINACIONAL», 31.

Sarter, Samira, Gilles Sarter, e Patrick Gilabert. 2010. «A Swot Analysis of HACCP Implementation in Madagascar». *Food Control*, 7.

Saunders, M. N. K., Philip Lewis, e Adrian Thornhill. 2009. *Research Methods for Business Students*. 5th ed. New York: Prentice Hall.

Senderská, Katarína, Albert Mareš, e Štefan Václav. sem data. «SPAGHETTI DIAGRAM APPLICATION FOR WORKERS' MOVEMENT ANALYSIS», 12.

Silva, Adriana S., Carla F. Medeiros, e Raimundo Kennedy Vieira. 2017. «Cleaner Production and PDCA Cycle: Practical Application for Reducing the Cans Loss

Index in a Beverage Company». *Journal of Cleaner Production* 150 (Maio): 324–38. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033.

Silva, F. J. G,, Campilho, Raul D.S.G., Ferreira, Luís Pinto, e Pereira, Maria Teresa. 2018. «Establishing Guidelines to Improve the High-Pressure Die Casting Process of Complex Aesthetics Parts». *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 887–896. https://doi.org/10.3233/978-1-61499-898-3-887.

Tavares, C., F.J.G. Silva, A.I. Correia, T. Pereira, L.P. Ferreira, e F. de Almeida. 2018. «Study On The Optimization Of TheTextile Coloristic Performance Of The Bleaching Process Using Pad-Steam». *Procedia Manufacturing* 17: 758–65. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.126.

Upmann, M., e R. Stephan. 2014. «LABORATORY ACCREDITATION». Em *Encyclopedia of Meat Sciences*, 145–51. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00228-2.

Watson, David, e Andrew Jones. 2013a. «Accreditation and Certification for a Forensic Laboratory». Em *Digital Forensics Processing and Procedures*, 795–824. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-1-59749-742-8.00019-4.

Wijngaarden, Jeroen D. H. van, Gerard R. M. Scholten, e Kees P. van Wijk. 2012. «Strategic Analysis for Health Care Organizations: The Suitability of the SWOT-Analysis». *The International Journal of Health Planning and Management* 27 (1): 34–49. https://doi.org/10.1002/hpm.1032.

Wiklund, Håkan, e Pia Sandvik Wiklund. 2002. «Widening the Six Sigma Concept: An Approach to Improve Organizational Learning». *Total Quality Management* 13 (2): 233–39. https://doi.org/10.1080/09544120120102469.

Wilhelm, R.G., R. Hocken, e H. Schwenke. 2001. «Task Specific Uncertainty in Coordinate Measurement». *CIRP Annals* 50 (2): 553–63. https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)62995-3.

Xingang, Zhao, Kang Jiaoli, e Lan Bei. 2013. «Focus on the Development of Shale Gas in China—Based on SWOT Analysis». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 21 (Maio): 603–13. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.044.

Yuan, Hongping. 2013. «A SWOT Analysis of Successful Construction Waste Management». *Journal of Cleaner Production* 39 (Janeiro): 1–8. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.016.

Zanievicz, Márcia, Ilse Maria Beuren, Paulo Sérgio Almeida dos Santos, e Nilton Roberto Kloeppel. 2013. «Costing Methods: Meta-Analysis of Articles Presented in the Brazilian Congress of Costs over the 1994-2010 Period». *Review of Business Management*, 601–16. https://doi.org/10.7819/rbgn.v15i49.1062.

5.2 WEB SITES

Duofil.com. (visitado em 09/01/2019). Obtido de DUOFIL-Sociedade Comercial e Industrial de Perfis, Lda: http://www.duofil.com/

Ipac.pt. (visitado em 09/03/2019). Instituto Português de Acreditação. Obtido de Avaliação da incerteza de medição em calibração: www.ipac.pt

Ipac.pt. (visitado em 12/02/2019). *Instituto Português da Acreditação*.

Ipac.pt. (visitado em 21/04/2019). *Instituto Português da Acreditação* . Obtido de Acreditação.

Ipq.pt. (visitado em 25/05/2019). *Instituto Português da Qualidade.* Obtido de Vocabulário Internacional - Termos de Metrologia (VIM): www.ipq.pt

ANEXOS

6.1 ANEXO I – Lista de verificação dos critérios necessários para a acreditação baseado na NP EN ISO 17025:2017

6.2 ANEXO II – QPE das taxas de reticulação

6.3 ANEXO III – QPE do *PEELING*

6.4 ANEXO IV – QPE do RING

6.5 ANEXO V – QPE da tração e alongamento do alumínio

6.6 ANEXO VI – QPE- da determinação do tempo de indução de oxidação

6.7 ANEXO VII – QPE da tensão residual com recurso ao MEK

6.8 ANEXO VIII – QPE do controlo dimensional

6.9 ANEXO IX – *Layout* da DUOFIL

6.10 ANEXO X - Tarifário para 2019 do abastecimento de água da INDAQUA

6.11 ANEXO XI - Custos intermédios do ensaio de taxas de reticulação

6.12 ANEXO XII - Custos intermédios do ensaio do *PEELING*

6.13 ANEXO XIII - Custos intermédios do ensaio do *RING*

6.14 ANEXO XIV - Custos intermédios do ensaio de alongamento à tração do alumínio

6.15 ANEXO XV - Custos intermédios do ensaio de determinação do tempo de indução à oxidação

6.16 ANEXO XVI - Custos intermédios do ensaio de tensão residual com recurso à metiletilcetona

6.17 ANEXO XVII - Custos intermédios do ensaio de determinação da pressão interior

6 ANEXOS

6.1 ANEXO I – Lista de verificação dos critérios necessários para a acreditação baseado na NP EN ISO 17025:2017

Itens a Verificar (ISO/IEC 17025:2017)	S	NM	I	NA	Observações	Req. ISO/IEC 17025:2017
4 REQUISITOS GERAIS						
4.1 Imparcialidade						4.1.4; 4.1.5
4.1.1						
As atividades do laboratório são realizadas com imparcialidade?			X			
As atividades do laboratório são estruturadas e geridas de forma a salvaguardar a imparcialidade?			X			
4.1.2						4.1.5
A gestão do laboratório é comprometida com a imparcialidade?			X			
4.1.3						
O laboratório é responsável pela imparcialidade das suas atividades laboratoriais e não permite que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade?			X			
4.1.4						
O laboratório identifica os riscos à sua imparcialidade de forma contínua?			X			
Isto inclui os riscos associados às suas atividades, relacionamentos ou ligações dos colaboradores quando apresentam ao laboratório um risco à imparcialidade?			X			
4.1.5						
Quando um risco à imparcialidade é identificado, o laboratório é capaz de demonstrar a eliminação ou minimização desse mesmo risco?			X			
4.2 Confidencialidade						
4.2.1						
O laboratório é responsável, por meio de compromissos legalmente exigíveis, pela gestão de todas as informações obtidas ou criadas durante a realização de atividades de laboratório?			X			
O laboratório informa previamente o cliente as informações que pretende colocar em domínio público?			X			
Exceto para informações que o cliente disponibilize ao público, ou quando acordado entre o laboratório e o cliente (por exemplo, com o propósito de responder a reclamações), todas as outras informações são consideradas propriedade do cliente e são tratadas como confidenciais?			X			
4.2.2						

Quando o laboratório for obrigado por lei ou autorizado por compromissos contratuais a divulgar informações confidenciais, o cliente ou o indivíduo interessado é, exceto se proibido por lei, notificado sobre as informações fornecidas?			X			
4.2.3.						
Informações sobre o cliente, obtidas de outras fontes que não o próprio cliente (por exemplo, autoridades regulamentadas), são tratadas como confidenciais entre o cliente e o laboratório?			X			
O fornecedor (fonte) destas informações é tratado pelo laboratório como confidencial e não sendo compartilhado com o cliente, exceto se acordado com a fonte?			X			
4.2.4						
O pessoal, incluindo quaisquer membros da empresa, contratados, pessoal de organismos externos ou indivíduos que atuam em nome do laboratório, mantém confidenciais todas as informações obtidas durante a realização das atividades de laboratório?			X			
5 REQUISITOS DE ESTRUTURA						
5.1						4.1.1
O laboratório é uma entidade legal, ou uma parte definida de uma entidade legal, legalmente responsável por suas atividades de laboratório?			X			
5.2.						4.1.5h); 4.1.5i)
O laboratório identifica as personalidade responsáveis pela gestão geral do laboratório?		X				
5.3						
O laboratório define e documenta o conjunto de atividades do laboratório para as quais está em conformidade com este documento?		X				
O laboratório somente declara a conformidade com este documento para este conjunto de atividades de laboratório, excluindo as atividades de laboratório providas externamente de forma contínua?		X				
5.4						4.1.2; 4.1.3
As atividades do laboratório são realizadas de modo a atender aos requisitos deste documento, dos clientes do laboratório, das autoridades regulamentadas e organizações que fornecem reconhecimento?		X				
Isso inclui as atividades do laboratório realizadas em todas as suas instalações permanentes, em locais fora das suas instalações permanentes, em instalações associadas temporárias ou móveis, ou nas instalações de um cliente?		X				
5.5						4.1.5e); 4.1.5f); 4.2.1
Está definida a estrutura organizacional e de gestão do laboratório, o seu lugar na organização principal e as relações entre os responsáveis, as operações técnicas e os serviços de apoio?		X				
Está especificada a responsabilidade, a autoridade e o inter-relacionamento de todo o pessoal que realiza ou verifica as ações que afetam os resultados das atividades de laboratório?		X				
Estão documentados os procedimentos na extensão necessária para assegurar a aplicação consistente de suas atividades de laboratório e a validade dos resultados?		X				
5.6						4.1.5a); 4.1.5i)

O laboratório possui pessoal que, independentemente de outras responsabilidades, tenha a autoridade e os recursos necessários para:						
Implementar, manter e melhorar o sistema de gestão?		X				
Identificar desvios do sistema de gestão ou dos procedimentos para a realização das atividades do laboratório?		X				
Iniciar ações para evitar ou minimizar tais desvios?		X				
Relatar aos responsáveis do laboratório sobre o desempenho do sistema de gestão e qualquer necessidade de melhoria?		X				
Garantir a eficácia das atividades de laboratório ?		X				
5.7						4.2.7; 4.1.6
A gerência do laboratório assegura que há comunicação a respeito da eficácia do sistema de gestão e sobre a importância de atender aos requisitos dos clientes e outros requisitos?		X				
A gerência do laboratório assegura que a integridade do sistema de gestão é mantida mesmo quando forem planeadas e implementadas as mudanças no sistema de gestão?		X				
6 REQUISITOS DE RECURSOS						
6.1 Generalidades						
O laboratório dispõe de pessoal, instalações, equipamentos, sistemas e serviços de apoio necessários para gerenciar e realizar suas atividades de laboratório?		X				
6.2 Pessoal						4.1.5b); 4.1.5d); 4.1.5f); 4.1.5k);
6.2.1						
Todo o pessoal do laboratório, interno ou externo, que possa influenciar as atividades de laboratório, agem com imparcialidade, são competentes e trabalham de acordo com o sistema de gestão do laboratório?		X				
6.2.2						
O laboratório documenta os requisitos de competência para cada função que influencia nos resultados das atividades de laboratório, incluindo os requisitos de formação, qualificação, treinamento, conhecimento técnico, habilidades e experiência?		X				
6.2.3						
O laboratório assegura que o pessoal tem competência para realizar as atividades de laboratório pelas quais é responsável e para avaliar a importância dos desvios?		X				
6.2.4						
Os responsáveis do laboratório comunicam ao pessoal os seus deveres, responsabilidades e autoridades?	X					
6.2.5 O laboratório possui procedimento(s) e retém registros de:						
determinação dos requisitos de competência?	X					
seleção de pessoal?		X				
treinamento de pessoal?	X					
supervisão de pessoal?	X					

autorização de pessoal?		X				
monitoramento da competência de pessoal?	X					
6.2.6						
O laboratório autoriza pessoal para realizar atividades de laboratório específicas, incluindo, mas não se limitando ao desenvolvimento, modificação, verificação e validação de métodos?		X				
E à análise de resultados, incluindo declarações de conformidade ou opiniões e interpretações?		X				
E ao relato, análise crítica e autorização de resultados?		X				
6.3 Instalações e condições ambientais						5.3
6.3.1						
As instalações e as condições ambientais são adequadas às atividades de laboratório e não afetam adversamente a validade dos resultados?		X				
6.3.2						
Os requisitos para as instalações e condições ambientais necessários à realização das atividades de laboratório estão documentados?		X				
6.3.3						
O laboratório monitora, controla e registra as condições ambientais de acordo com as especificações, métodos ou procedimentos pertinentes, ou quando estes influenciarem a validade dos resultados?		X				
6.3.4						
Medidas para controlar as instalações são implementadas, monitoradas e periodicamente submetidas à análise crítica, e incluem, mas não limitam ao:						
acesso e uso de áreas que afetem as atividades de laboratório?		X				
prevenção de contaminação, interferência ou influências adversas nas atividades de laboratório?		X				
separação efetiva entre áreas com atividades de laboratório incompatíveis?		X				
6.3.5						
Quando o laboratório realiza atividades de laboratório em locais ou instalações fora do seu controle permanente, o laboratório assegura que os requisitos relacionados às instalações e às condições ambientais deste documento sejam atendidos?		X				
6.4 Equipamentos						5.5 e 5.6
6.4.1						
O laboratório tem acesso aos equipamentos, incluindo, mas não se limitando ao, instrumentos de medição, software, padrões de medição, materiais de referência, dados de referência, reagentes, consumíveis ou aparelhos auxiliares, os quais são requeridos para a correta realização das atividades do laboratório e que possam influenciar o resultado?		X				
6.4.2						
Nos casos em que o laboratório utiliza equipamentos que estejam fora de seu controlo permanente, o laboratório assegura que sejam atendidos os requisitos para equipamentos deste documento?		X				
6.4.3						
O laboratório tem um procedimento para manuseio, transporte, armazenamento, uso e manutenção planeada dos equipamentos, a fim de assegurar o correto funcionamento e evitar contaminação ou deterioração?			X			
6.4.4						

O laboratório verificar se os equipamentos estão em conformidade com os requisitos especificados antes de serem colocados ou recolocados em serviço?	X					
6.4.5						
Os equipamentos utilizados para medição são capazes de alcançar a exatidão de medição ou a incerteza de medição requeridas para fornecer um resultado válido?	X					
6.4.6						
Os equipamentos de medição são calibrados quando a exatidão de medição ou a incerteza de medição afeta a validade dos resultados relatados?	X					
E quando a calibração do equipamento é requerida para estabelecer a rastreabilidade metrológica do resultado relatado como aqueles utilizados para a medição direta do mensurando, por exemplo, utilização de uma balança para realizar uma medição de massa?		X				
E aqueles utilizados para fazer correções do valor medido, por exemplo, medições de temperatura?	X					
E aqueles utilizados para obter um resultado de medição calculado a partir de múltiplas grandezas?				X		
6.4.7						
O laboratório estabelece um programa de calibração, o qual é analisado criticamente e ajustado conforme necessário, a fim de manter a confiança na situação de calibração?	X					
6.4.8						
Todo equipamento que necessita de calibração ou que tenha um período de validade definido está etiquetado, codificado ou identificado de alguma outra forma que permita que o usuário do equipamento identifique prontamente a situação de calibração ou o período de validade?	X					
6.4.9						
É retirado de serviço o equipamento que tenha sido submetido à sobrecarga, ou que tenha sido manuseado incorretamente, que produza resultados questionáveis ou que mostre ter defeitos ou estar fora dos requisitos especificados?	X					
O equipamento é isolado para evitar sua utilização, ou é claramente etiquetado ou marcado como fora de serviço, até que tenha sido verificado que está funcionando corretamente?	X					
O laboratório examina o efeito deste defeito ou desvio dos requisitos especificados, e iniciar o procedimento de gestão de trabalho não conforme (ver 7.10)?		X				
6.4.10						
Quando são necessárias verificações intermediárias para manter a confiança no desempenho do equipamento, estas são realizadas de acordo com um procedimento?		X				
6.4.11						
Quando dados de calibração e de material de referência incluírem valores de referência ou fatores de correção, o laboratório assegura que os valores estão atualizados e implementados, conforme apropriado, para atender aos requisitos especificados?	X					
6.4.12						
O laboratório toma medidas viáveis para evitar que ajustes não intencionais invalidem os resultados?	X					
6.4.13						
São retidos registros de equipamentos que possam influenciar as atividades do laboratório?		X				
Os registros incluem, quando aplicável :						

O nome do equipamento, incluindo o software?		X				
O nome do fabricante, identificação do modelo e número de série ou outra identificação unívoca?	X					
Evidencia a verificação de que o equipamento está conforme com os requisitos especificados?	X					
A localização atual?	X					
As datas das calibrações, resultados de calibrações, ajustes, critérios de aceitação e data prevista da próxima calibração ou intervalo de calibração?	X					
A documentação de materiais de referência, resultados, critérios de aceitação, datas pertinentes e período de validade?				X		
O plano de manutenção e manutenções realizadas até o momento, quando pertinente para o desempenho do equipamento?		X				
Detalhes de qualquer dano, mau funcionamento, modificação ou reparo do equipamento?		X				
6.5 Rastreabilidade metrológica						5.6
6.5.1						
O laboratório estabelece e mantém a rastreabilidade metrológica dos seus resultados de medição, por meio de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição, relacionando-as a uma referência apropriada?		X				
6.5.2						
O laboratório assegura que os resultados de medição são rastreáveis ao Sistema Internacional de Unidades (SI) por meio de um dos seguintes meios?						
calibração provida por um laboratório competente;	X					
valores certificados de materiais de referência certificados, providos por um produtor competente, com declaração de rastreabilidade metrológica ao SI;		X				
realização direta das unidades do SI que seja assegurada por comparação, direta ou indiretamente, com padrões nacionais ou internacionais.	X					
6.5.3						
Quando a rastreabilidade metrológica às unidades do SI não é tecnicamente possível, como o laboratório demonstra a rastreabilidade metrológica a uma referência apropriada?						
Por valores certificados de materiais de referência certificados, providos por um fornecedor competente?		X				
Por resultados de procedimentos de medição de referência, métodos especificados ou normas de consenso que sejam claramente descritas e aceitas como meio de fornecer resultados de medição adequados ao uso pretendido e assegurados por comparação adequada?		X				
6.6 Produtos e serviços providos externamente						4.5; 4.6
6.6.1						
O laboratório assegura que são utilizados somente produtos e serviços adequados, providos externamente, que afetam as atividades do laboratório, quando tais produtos e serviços:						
São destinados à incorporação nas atividades do próprio laboratório?		X				
São providos, em parte ou por completo, diretamente ao cliente pelo laboratório, conforme recebidos do provedor externo?		X				
São utilizados para apoiar a operação do laboratório?		X				
6.6.2						
O laboratório possui procedimento e retenção de registros para:						

definição, análise crítica e aprovação dos requisitos do laboratório para produtos e serviços providos externamente?		X				
definição dos critérios para avaliação, seleção, monitoramento do desempenho e reavaliação dos provedores externos?		X				
assegurar que os produtos e serviços providos externamente estão em conformidade com os requisitos estabelecidos pelo laboratório ou, quando aplicável, com os requisitos pertinentes deste documento, antes de serem utilizados ou diretamente providos ao cliente?		X				
tomar quaisquer ações decorrentes de avaliações, monitoramentos do desempenho e reavaliações dos clientees externos?		X				
6.6.3						
O laboratório comunica aos clientes os seus requisitos para:						
produtos e serviços a serem providos?	X					
critérios de aceitação?	X					
competência, incluindo qualquer qualificação requerida do pessoal?	X					
atividades que o laboratório, ou seu cliente, pretenda realizar nas instalações do provedor externo ?	X					
7 Requisitos de processo						
7.1 Análise crítica de pedidos, propostas e contratos						4.4
7.1.1						4.4.1; 4.4.2; 4.4.3; 4.4.4
O laboratório possui um procedimento para a análise crítica dos pedidos, propostas e contratos?			X			
O procedimento assegura que:			X			
os requisitos estão adequadamente definidos, documentados e entendidos?			X			
o laboratório tem a capacidade e os recursos para atender aos requisitos?			X			
quando são utilizados provedores externos, os requisitos de 6.6 são aplicados e o laboratório informa o cliente as atividades de laboratório específicas realizadas pelo provedor externo, e obtem a aprovação do cliente?			X			
são selecionados os métodos ou procedimentos apropriados e capazes de atender aos requisitos dos clientes?			X			
7.1.2						5.4.2
O laboratório informa o cliente quando o método solicitado pelo cliente é considerado não apropriado ou desatualizado?			X			
7.1.3						
Quando o cliente solicita uma declaração de conformidade a uma especificação ou norma para o ensaio ou calibração (por exemplo: aprovação/reprovação, dentro da tolerância/fora da tolerância), a especificação ou norma e a regra de decisão são claramente definidas?			X			
Salvo que a regra de decisão seja inerente à norma ou especificação solicitada, regra de decisão selecionada é comunicada e acordada com o cliente?			X			
7.1.4						4.4.1
Quaisquer diferenças entre o pedido ou proposta e o contrato são resolvidas antes do início das atividades de laboratório?			X			
Cada contrato é aceite tanto pelo laboratório como pelo cliente?			X			
Desvios solicitados pelo cliente não afetam a integridade do laboratório ou a validade dos resultados?			X			

7.1.5						
O cliente é informado de qualquer desvio do contrato?			X			
7.1.6						
Se um contrato é modificado depois de o trabalho ter sido iniciado, a análise crítica do contrato é repetida e qualquer emenda é comunicada a todo o pessoal afetado?			X			
7.1.7						4.7.1
O laboratório coopera com os clientes ou seus representantes para esclarecer o pedido do cliente e para monitorar o desempenho do laboratório em relação ao trabalho realizado?			X			
7.1.8						
São retidos registros das análises críticas, incluindo quaisquer modificações significativas?			X			
Também são retidos registros de discussões pertinentes com um cliente, relacionadas aos seus requisitos ou aos resultados das atividades do laboratório?			X			
7.2 Seleção, verificação e validação de métodos						5.4
7.2.1 Seleção e verificação de métodos						
7.2.1.1						
O laboratório utiliza métodos e procedimentos adequados para todas as atividades do laboratório e, quando apropriado, para a avaliação da incerteza de medição, bem como técnicas estatísticas para análise de dados?		X				
7.2.1.2						
Todos os métodos, procedimentos e documentação de apoio, como instruções, normas, manuais e dados de referência pertinentes para as atividades de laboratório, são mantidos atualizados e estão prontamente disponíveis ao pessoal (ver 8.3)?		X				
7.2.1.3						
Salvo que não seja apropriado ou possível, o laboratório assegura a utilização da última versão válida de um método?	X					
Quando necessário, a aplicação do método é suplementada com detalhes adicionais para assegurar uma aplicação consistente?	X					
7.2.1.4						
Quando o cliente não especifica o método a ser utilizado, o laboratório seleciona um método apropriado e informa ao cliente o método escolhido?			X			
7.2.1.5						
O laboratório verifica se é capaz de realizar métodos adequadamente, antes de implantá-los, assegurando que alcança o desempenho requerido?		X				
São retidos registros da verificação?		X				
Se o método for revisado pelo órgão emitente, a verificação é repetida na extensão necessária?		X				
7.2.1.6						
Quando é requerido o desenvolvimento de um método, é feita uma atividade planeada e assinalado o pessoal competente e equipado com recursos adequados?		X				
À medida que avança o desenvolvimento do método, é realizada análise crítica periódica para verificar se as necessidades do cliente continuam a ser atendidas?		X				
Quaisquer modificações no plano de desenvolvimento são aprovadas e autorizadas?		X				
7.2.1.7						

Desvios de métodos para todas as atividades do laboratório somente ocorrem se o desvio estiver documentado, tecnicamente justificado, autorizado e aceito pelo cliente?		X				
7.2.2 Validação de métodos						
7.2.2.1						
O laboratório valida métodos não normalizados, métodos desenvolvidos pelo laboratório e métodos normalizados utilizados fora de seu intuito ou modificados de outra forma?	X					
A validação é tão abrangente quanto for necessária para atender às necessidades de uma determinada aplicação ou campo de aplicação?	X					
7.2.2.2						
Quando são feitas alterações em métodos validados, é determinada a influência destas mudanças?	X					
Quando estas alterações afetam a validação original, é realizada uma nova validação do método?		X				
7.2.2.3						
As características de desempenho dos métodos validados, conforme avaliadas para o uso pretendido, são pertinentes às necessidades dos clientes e consistentes com os requisitos especificados?		X				
7.2.2.4						
O laboratório retém os seguintes registros de validação?						
a) procedimento de validação utilizado;			X			
b) especificação dos requisitos;		X				
c) determinação das características de desempenho dos métodos;			X			
d) resultados obtidos;		X				
e) uma declaração sobre a validade do método, detalhando a sua adequação ao uso pretendido.			X			
7.3 Amostragem						
7.3.1						
O laboratório possui um plano e um método para amostragem, quando realiza amostragem de substâncias, materiais ou produtos para ensaio ou calibração subsequente?		X				
O método de amostragem aborda os fatores a serem controlados para assegurar a validade dos resultados de ensaio e calibração subsequentes?		X				
O plano e o método para amostragem estão disponíveis no local onde a amostragem for realizada?		X				
Planos de amostragem são, sempre que razoável, baseados em métodos estatísticos apropriados?		X				
7.3.2						
O método de amostragem descreve a seleção de amostras ou locais, o plano de amostragem e a preparação e o tratamento de amostra(s) de uma substância, material ou produto para produzir o item requerido para ensaio ou calibração subsequente?		X				
7.3.3						
O laboratório retém registros dos dados da amostragem que fazem parte do ensaio ou calibração que for realizado?		X				
Estes registros incluem, quando pertinente: a) referência ao procedimento de amostragem utilizado;		X				
b) data e hora da amostragem;	X					

c) dados para identificar e descrever a amostra (por exemplo, número, quantidade, nome);	X					
d) identificação do pessoal que realizou a amostragem;		X				
e) identificação do equipamento utilizado;		X				
f) condições ambientais ou de transporte;		X				
g) diagramas ou outros meios equivalentes para identificar o local da amostragem, quando apropriado;			X			
h) desvios, adições ou exclusões do método de amostragem e do plano de amostragem.		X				
7.4 Manuseio de itens de ensaio ou calibração						5.8
7.4.1						
O laboratório possui um procedimento para o transporte, recebimento, manuseio, proteção, armazenamento, retenção e rejeição ou retorno dos itens de ensaio ou calibração, incluindo todas as providências necessárias para a proteção da integridade do item de ensaio ou calibração e para a proteção dos interesses do laboratório e do cliente?			X			
São tomadas precauções para evitar deterioração, contaminação, perda ou dano no item durante o manuseio, transporte, armazenamento/ espera e preparação para ensaio ou calibração?		X				
As instruções para manuseio fornecidas com o item são seguidas?		X				
7.4.2						
O laboratório possui um sistema para a identificação não ambígua de itens de ensaio ou calibração?		X				
A identificação é retida enquanto o item estiver sob a responsabilidade do laboratório?		X				
O sistema assegura que os itens não serão confundidos fisicamente ou quando forem citados em registros ou outros documentos?		X				
Caso apropriado, o sistema contempla uma subdivisão de um item ou grupos de itens e a transferência de itens?		X				
7.4.3						
No ato do recebimento do item de ensaio ou calibração, são registrados os desvios das condições especificadas?		X				
Quando há dúvidas sobre a adequação de um item para ensaio ou calibração, ou quando um item não está em conformidade com a descrição fornecida, o laboratório consulta o cliente para obter instruções adicionais antes de prosseguir, e registra os resultados dessa consulta?			X			
Quando o cliente requer que o item seja ensaiado ou calibrado admitindo um desvio das condições especificadas, o laboratório inclui uma cláusula no relatório, indicando quais resultados podem estar afetados pelo desvio?			X			
7.4.4						
Quando os itens tem que ser armazenados ou acondicionados sob condições ambientais especificadas, estas condições são mantidas, monitoradas e registradas?		X				
7.5 Registros técnicos						4.13.2
7.5.1						
O laboratório assegura que os registros técnicos para cada atividade de laboratório contém os resultados, o relatório e as informações suficientes para facilitar, se possível, a identificação de fatores que afetem o resultado de medição e sua incerteza de medição associada, bem como para possibilitar que a atividade de laboratório seja repetida em condições o mais próximo possível das condições originais?			X			
Os registros técnicos incluem a data e a identificação do pessoal responsável por cada atividade de laboratório e pela conferência dos dados e resultados?			X			

Observações, dados e cálculos originais são registrados no momento em que são realizados e são identificáveis à tarefa específica a que se referem?			X			
7.5.2						
O laboratório assegura que emendas aos registros técnicos possam ser vinculadas às versões anteriores ou às observações originais e que são retidos os dados e arquivos, originais e alterados, incluindo a data da alteração, uma indicação dos aspetos alterados e o pessoal responsável pelas alterações?			X			
7.6 Avaliação da incerteza de medição						5.4.6
7.6.1						
O laboratório identifica as contribuições para a incerteza de medição?		X				
Ao avaliar a incerteza de medição, todas as contribuições que sejam significativas, incluindo aquelas oriundas da amostragem, são consideradas utilizando-se métodos de análise apropriados?		X				
7.6.2						
O laboratório quando realiza calibrações, incluindo as de seus próprios equipamentos, avalia a incerteza de medição para todas as calibrações?		X				
7.6.3						
O laboratório quando realiza ensaios, avalia a incerteza de medição?		X				
Quando o método de ensaio impossibilita uma avaliação rigorosa da incerteza de medição, é feita uma estimativa baseada na compreensão dos princípios teóricos do método ou na experiência prática sobre o desempenho do método?		X				
7.7 Garantia da validade dos resultados						5.9
7.7.1						
O laboratório possui um procedimento para monitorar a validade dos resultados?			X			
Os dados resultantes são registrados de forma que as tendências são detetáveis e, quando praticável, são aplicadas técnicas estatísticas para a análise crítica dos resultados?			X			
Este monitoramento é planeado e analisado criticamente e inclui quando apropriado, sem limitar a: a) utilização de materiais de referência ou de materiais para controlo da qualidade;			X			
b) utilização de instrumentação alternativa calibrada para fornecer resultados rastreáveis;			X			
c) verificações funcionais de equipamentos de medição e ensaio;			X			
d) uso de padrões de verificações ou padrões de trabalho com cartas de controle, quando aplicável;			X			
e) verificações intermediárias nos equipamentos de medição;			X			
f) ensaios ou calibrações replicadas, utilizando-se os mesmos métodos ou métodos diferentes;			X			
g) reensaio ou recalibração de itens retidos;			X			
h) correlação de resultados de características diferentes de um item;			X			
i) análise crítica de resultados relatados;			X			
j) comparações intra-laboratoriais;			X			
k) ensaio de amostra(s) cega(s).			X			
7.7.2						
O laboratório monitora o seu desempenho por meio de comparação com resultados de outros laboratórios, quando disponível e apropriado?			X			

Este monitoramento é planeado e analisado criticamente e inclui, mas não esta limitado a:			X			
a) participação em ensaio de proficiência?			X			
b) participação em comparações inter-laboratoriais distintas de ensaios de proficiência?			X			
7.7.3						
Os dados das atividades de monitoramento são analisados, utilizados para controlar as atividades do laboratório e, se aplicável, para melhorá-las?			X			
Se os resultados das análises dos dados das atividades de monitoramento estiverem fora dos critérios predefinidos, são tomadas ações apropriadas para evitar o relato de resultados incorretos?			X			
7.8 Relato de resultados						5.10
7.8.1 Generalidades						5.10.1; 4.13.2.1
7.8.1.1						
Os resultados são analisados criticamente e autorizados antes de sua liberação?			X			
Os resultados são fornecidos com exatidão, clareza, objetividade, sem ambiguidade, normalmente em um relatório (por exemplo, relatório de ensaio ou um certificado de calibração ou relatório de amostragem), e incluem todas as informações acordadas com o cliente e necessárias para a interpretação dos resultados e todas as informações requeridas pelo método utilizado?			X			
Todos os relatórios emitidos são retidos como registros técnicos?			X			
7.8.1.2						5.10.2; 5.10.3.2a) ; 5.10.6
Quando acordado com o cliente, os resultados podem ser relatados de forma simplificada. Quaisquer informações listadas em 7.8.2 a 7.8.7 que não forem relatadas ao cliente estão prontamente disponíveis?			X			
7.8.2 Requisitos comuns para relatórios (ensaio, calibração ou amostragem)						
7.8.2.1						
Cada relatório inclui pelo menos as seguintes informações, a menos que haja razões válidas para não fazer isso, minimizando assim qualquer possibilidade de mal-entendido ou uso indevido:						
a) um título (por exemplo, “Relatório de Ensaio”, “Certificado de Calibração” ou “Relatório de Amostragem”);			X			
b) nome e endereço do laboratório;			X			
c) local da realização das atividades de laboratório, inclusive quando realizadas nas instalações de cliente ou em locais fora das instalações permanentes do laboratório, ou em instalações associadas temporárias ou móveis;			X			
d) identificação inequívoca de forma que todos os seus componentes sejam reconhecidos como parte do relatório completo e uma clara identificação do final do relatório;			X			
e) nome e informações de contato do cliente;			X			
f) identificação do método utilizado;			X			
g) uma descrição, identificação não ambígua e, quando necessário, condição do item;			X			
h) data do recebimento do(s) item(s) de ensaio ou de calibração, e data da amostragem, quando isso for crítico para a validade e aplicação dos resultados			X			
i) data(s) da realização da atividade de laboratório;			X			

j) data da emissão do relatório;			X			
k) referência ao plano de amostragem e ao método de amostragem utilizados pelo laboratório ou por outros organismos, quando estes forem pertinentes para a validade ou aplicação dos resultados;			X			
l) uma declaração de que os resultados se referem somente aos itens ensaiados, calibrados ou amostrados;			X			
m) resultados com, quando apropriado, as unidades de medida;			X			
n) adições, desvios ou exclusões em relação ao método;			XX			
o) identificação da(s) pessoa(s) que autoriza(m) o relatório;			X			
p) quando os resultados forem de provedores externos, uma identificação clara sobre isso.			X			
Tem inclusa uma declaração especificando que o relatório não pode ser reproduzido sem a aprovação do laboratório, exceto se for reproduzido na íntegra?			X			
7.8.2.2						
O laboratório é responsável por todas as informações fornecidas no relatório, exceto quando as informações forem fornecidas pelo cliente?			X			
Dados fornecidos pelo cliente são claramente identificados e é incluída uma cláusula no relatório, quando as informações forem fornecidas pelo cliente e afetarem a validade dos resultados?			X			
Quando o laboratório não for responsável pela etapa de amostragem (por exemplo, a amostra foi fornecida pelo cliente), o laboratório indica no relatório que os resultados se aplicam à amostra conforme recebida?			X			
7.8.3 Requisitos específicos para relatórios de ensaio						5.10.3
7.8.3.1						
Além dos requisitos listados em 7.8.2, se necessário para a interpretação dos resultados de ensaio, os relatórios de ensaio também incluem:			X			
a) informações sobre condições específicas de ensaio, como condições ambientais?			X			
b) quando pertinente, uma declaração de conformidade aos requisitos ou especificações (ver 7.8.6)?			X			
c) quando aplicável, a incerteza de medição apresentada na mesma unidade do mensurando ou na forma de um termo relativo ao mensurando (por exemplo, percentual), quando:			X			
- a incerteza de medição for pertinente para a validade ou aplicação dos resultados de ensaio,			X			
- requerido por uma instrução do cliente, ou			X			
- a incerteza de medição afetar a conformidade a um limite de especificação;			X			
d) quando apropriado, opiniões e interpretações (ver 7.8.7);			X			
e) informações adicionais que possam ser requeridas por métodos específicos, autoridades, clientes ou grupos de clientes.			X			
7.8.3.2						
Quando o laboratório é responsável pela atividade de amostragem, os relatórios de ensaio atendem aos requisitos listados em 7.8.5, quando necessário para a interpretação dos resultados de ensaio?			X			
7.8.4 Requisitos específicos para certificados de calibração						5.10.4
7.8.4.1						
Além dos requisitos listados em 7.8.2, os certificados de calibração incluem: a) incerteza de medição do resultado de medição, apresentada na mesma unidade do mensurando ou na forma de um termo relativo ao mensurando (por exemplo, percentual);				X		

b) condições (por exemplo, ambientais) sob as quais as calibrações foram realizadas, que tenham influência sobre os resultados de medição				X		
c) uma declaração identificando como os resultados das medições são metrologicamente rastreáveis (ver Anexo A);				X		
d) resultados obtidos antes e depois de qualquer ajuste ou reparo, se disponíveis;				X		
e) quando pertinente, uma declaração de conformidade aos requisitos ou especificações (ver 7.8.6)				X		
f) quando apropriado, opiniões e interpretações (ver 7.8.7).				X		
7.8.4.2						
Quando o laboratório é responsável pela atividade de amostragem, os certificados de calibração atendem aos requisitos listados em 7.8.5, quando necessário para a interpretação dos resultados de ensaio ?				X		
7.8.4.3						
Um certificado de calibração ou etiqueta de calibração contém qualquer recomendação sobre o intervalo de calibração?				X		
Há exceção quando acordado com o cliente?				X		
7.8.5 Relato da amostragem – Requisitos específicos						5.10.3.2
Quando o laboratório é responsável pela atividade de amostragem, além dos requisitos listados em 7.8.2, quando necessário para interpretação dos resultados, os relatórios incluem:				X		
- data da amostragem				X		
- identificação clara do item ou material amostrado (incluindo nome do fabricante, modelo ou tipo da designação e números de série, conforme apropriado);				X		
- o local da amostragem, incluindo quaisquer diagramas, esboços ou fotos;				X		
- uma referência ao plano e ao método de amostragem;				X		
- detalhes sobre quaisquer condições ambientais durante a amostragem que afetam a interpretação dos resultados do ensaio;				X		
- informações requeridas para avaliar a incerteza de medição para ensaio ou calibração subsequente.				X		
7.8.6 Relato de declarações de conformidade						5.10.4.2
7.8.6.1						
Quando é fornecida uma declaração de conformidade a uma especificação ou norma, o laboratório documenta a regra de decisão empregada, considerando o nível de risco (como falsa aceitação e falsa rejeição e pressupostos estatísticos) associado à regra de decisão empregada, e aplicar a regra de decisão?			X			
7.8.6.2						
O laboratório relata a declaração de conformidade, de modo que a declaração identifique claramente:			X			
a) a quais resultados a declaração de conformidade se aplica;			X			
b) quais especificações, normas ou partes destas são atendidas ou não atendidas;			X			
c) a regra de decisão aplicada (a menos que esta seja inerente à especificação ou norma solicitada).			X			
7.8.7 Relato de opiniões e interpretações						5.10.5
7.8.7.1						
Quando são expressas opiniões e interpretações, o laboratório assegura que apenas pessoal autorizado para a expressão de opiniões e interpretações emita a respetiva declaração?			X			

O laboratório documenta as bases nas quais as opiniões e interpretações foram elaboradas?			X			
7.8.7.2						
As opiniões e interpretações expressas em relatórios são ser baseadas nos resultados obtidos a partir do item ensaiado ou calibrado, e são claramente identificadas como tais?			X			
7.8.7.3						
Quando opiniões e interpretações são comunicadas por meio do diálogo direto com o cliente, são retido um registro do diálogo?			X			
7.8.8 Emendas aos relatórios						5.10.9
7.8.8.1						
Quando um relatório emitido necessita ser modificado, submetido a emendas ou reemitido, as alterações de informações são claramente identificadas e, quando apropriado, a razão para a alteração é incluída no relatório?			X			
7.8.8.2						
As emendas a um relatório após a emissão são feitas somente sob a forma de um novo documento, ou transferência de dados, que inclua a declaração "Emenda ao Relatório, número de série... [ou outra forma de identificação] ", ou uma forma equivalente? Estas emendas refletem a todos os requisitos deste documento?			X			
7.8.8.3						
Quando é necessário emitir um novo relatório completo, este é univocamente identificado e contém uma referência ao original que está sendo substituído?			X			
7.9 Reclamações						4.8
7.9.1						
O laboratório tem um processo documentado para receber, avaliar e tomar decisões sobre reclamações?	X					
7.9.2						
Uma descrição do processo para tratar reclamações esta disponível a qualquer parte interessada, quando solicitada?		X				
No recebimento de uma reclamação, o laboratório confirma se a reclamação está relacionada às atividades de laboratório pelas quais é responsável e, se for, a trata?	X					
O laboratório é responsável por todas as decisões em todos os níveis do processo de tratamento de reclamações?		X				
7.9.3						
O processo para tratamento de reclamações inclui no mínimo os seguintes elementos e métodos?						
a) descrição do processo para receber, validar e investigar a reclamação, e decidir quais ações têm que ser tomadas em resposta à reclamação;	X					
b) monitorar e registrar reclamações, incluindo ações tomadas para resolvê-las;	X					
c) assegurar que qualquer ação apropriada seja tomada.	X					
7.9.4						
O laboratório que receber a reclamação é responsável por coletar e verificar todas as informações necessárias para validar a reclamação?	X					
7.9.5						
Sempre que possível, o laboratório acusa o recebimento da reclamação e fornece ao reclamante relatos sobre o progresso e a conclusão?	X					
7.9.6						

As conclusões a serem comunicadas ao reclamante são elaboradas por, ou analisadas criticamente e aprovadas por, indivíduo(s) que não esteja(m) envolvido(s) nas atividades de laboratório originais em questão?			X			
7.9.7						
Sempre que possível, o laboratório notifica formalmente ao reclamador o fim do tratamento da reclamação?	X					
7.10 Trabalho não conforme						4.9
7.10.1						
O laboratório possui um procedimento implementado quando qualquer aspeto das atividades de laboratório ou os resultados deste trabalho não estão em conformidade com seus próprios procedimentos ou com os requisitos acordados com o cliente (por exemplo, equipamentos ou condições ambientais fora dos limites especificados, resultados do monitoramento que não atendem aos critérios especificados)?		X				
O procedimento deve assegurar que:						
a) sejam definidas as responsabilidades e autoridades pela gestão do trabalho não conforme?		X				
b) as ações (incluindo interrupção ou repetição do trabalho e retenção dos relatórios, quando necessário) sejam baseadas nos níveis de risco estabelecidos pelo laboratório?		X				
c) seja feita uma avaliação da importância do trabalho não conforme, incluindo uma análise do impacto em resultados anteriores?		X				
d) seja tomada uma decisão sobre a aceitabilidade do trabalho não conforme?		X				
e) quando necessário, o cliente seja notificado e o trabalho seja cancelado;		X				
f) seja definida a responsabilidade pela autorização da retomada do trabalho?		X				
7.10.2						
O laboratório retém registros dos trabalhos não conformes e das ações conforme especificado em 7.10.1 alíneas b) a f)?		X				
7.10.3						
Quando a avaliação indica que o trabalho não conforme pode se repetir ou que existe dúvida sobre a conformidade das operações do laboratório com o seu sistema de gestão, o laboratório implementa ação corretiva?		X				
7.11 Controle de dados e gestão da informação						5.4.7; 5.4.1; 5.10.7
7.11.1						
O laboratório tem acesso aos dados e informações necessários para realizar atividades de laboratório?	X					
7.11.2						
Antes da sua implantação, o(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial, utilizado(s) para a colheita, processamento, registro, relato, armazenamento ou recuperação de dados, foi validado(s) pelo laboratório quanto à funcionalidade, incluindo o funcionamento adequado das interfaces do(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial?		X				
Sempre que há alguma alteração, incluindo configurações ou modificações feitas pelo laboratório em softwares comerciais, estas são autorizadas, documentadas e validadas antes da implementação?		X				
7.11.3						
O(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial são:						
a) protegido(s) contra o acesso não autorizado?		X				

b) contra adulteração ou perda?		X				
c) operado(s) em um ambiente em conformidade com as especificações do fornecedor ou do laboratório ou, no caso de sistemas não informatizados, provê condições que protejam a exatidão dos registros e transcrições manuais?		X				
d) mantido(s) de forma que assegure(m) a integridade dos dados e informações?		X				
e) inclui o registro das falhas do sistema e as ações imediatas e corretivas apropriadas?		X				
7.11.4						
Quando o sistema de gestão da informação laboratorial é mantido fora de suas instalações ou por meio de um provedor externo, o laboratório assegura que o provedor ou o operador do sistema cumpre todos os requisitos aplicáveis deste documento?				X		
7.11.5						
O laboratório assegura que instruções, manuais e dados de referência pertinentes para o(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial são mantidos prontamente disponíveis para o pessoal?	X					
7.11.6						
Os cálculos e as transferências de dados são submetidos a conferências apropriadas de maneira sistemática?		X				
8 Requisitos do sistema de gestão						4
8.1 Opções						
8.1.1 Generalidades						
O laboratório estabelece, documenta, implementa e mantém um sistema de gestão que seja capaz de apoiar e demonstrar o atendimento consistente aos requisitos deste documento e assegurar a qualidade dos resultados do laboratório?		X				
Além de atender aos requisitos das Seções 4 a 7, o laboratório implementa um sistema de gestão de acordo com a Opção A ou a Opção B?	X					
8.1.2 Opção A						Seção 4
O sistema de gestão do laboratório aborda o seguinte?				X		
documentação do sistema de gestão (ver 8.2);				X		
controle de documentos do sistema de gestão (ver 8.3);				X		
controle de registros (ver 8.4);				X		
ações para abordar riscos e oportunidades (ver 8.5);				X		
melhoria (ver 8.6);				X		
ação corretiva (ver 8.7);				X		
auditorias internas (ver 8.8);				X		
análises críticas pela gerência (ver 8.9).				X		
8.1.3 Opção B						
O laboratório tem estabelecido, mantém um sistema de gestão, de acordo com os requisitos da NP EN ISO 9001, e é capaz de apoiar e demonstrar o atendimento consistente aos requisitos das Seções 4 a 7?	X					

S – SATISFATÓRIO;

NM – NECESSITA DE MELHORIA;

I – INSATISFATÓRIO;

NA – NÃO APLICÁVEL

6.2 ANEXO II – QPE das taxas de reticulação

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-004/8 Pág. 1/ 4
	TAXAS DE RETICULAÇÃO	

1 - OBJETIVO
Definir o procedimento do ensaio para a determinação da taxa de reticulação.

2 - ÂMBITO
São abrangidos todos os produtos cujo plano de inspeção e ensaio assim o defina.

3 - NORMALIZAÇÃO
Este ensaio é inspirado na norma de ensaio NP EN ISO 10147.

4 – EQUIPAMENTO E PRODUTOS UTILIZADOS

- Estufa térmica com Ventilada forçada;
- Balança analítica, exatidão de 1mg;
- Manta de Aquecimento;
- Coluna de Refrigeração/ Serpentina;
- Balão de Vidro;
- Redes de aço inoxidável 125±25µm;
- Dispositivo para corte de amostras (ex: micrótomo, x-ato, fresa);
- Xileno (xilol) (pureza ≥ 98%) com $T_{Ebulição}$ entre 137ºC e 144ºC;
- Tesoura de corte de tubo;
- Pinça;
- Antioxidante 2,2 metileno-bis-(4-metil- 6-tert-butilfenol);
- Tubo de Silicone Ø16x10mm;
- Fresa;
- Acoplamentos da fresa;
- Comparador;
- Dispositivos de suporte das amostras (ex.:clips);

5 - MODO OPERATÓRIO
Este é um ensaio exclusivo dos tubos em polietileno reticulado, uma vez que o objetivo é determinar a quantidade de polietileno que se encontra efetivamente reticulada. O princípio do ensaio baseia-se na capacidade da mistura do xilol (xileno) com 1% de antioxidante, dissolver o polietileno não reticulado.
Assim, neste ensaio será determinada a parcela gravimétrica do polietileno insolúvel na mistura de xilol efervescente.

5.1 Preparação do equipamento
O primeiro passo deve ser ligar a manta de aquecimento, para que a mistura de xilol com o antioxidante aqueça devidamente para a realização do ensaio. Também é necessário verificar se a estufa está a ventilar antes de realizar o ensaio e se o tubo de silicone Ø16x10mm se encontra devidamente montado para permitir passagem da água pela serpentina evitando o sobreaquecimento da montagem.
Considerações Iniciais:

- Frequência de substituição da mistura de Xileno (Figura 1) com o antioxidante (Figura 2) – verificar e registar no impresso SGIRG-222, uma vez por semana;
- Destilação do xilol – Através da montagem, representada na Figura 3, a mistura xilol é destilada para posterior reutilização;
- Antioxidante – Sempre que se usa uma nova quantidade de xileno, adiciona-se a quantidade correspondente de antioxidante (Figura 2);

Nota: Antes de usar, ver perigos associados a este produto, explícitos no fim do procedimento de ensaio.



Figura 3- Bidão de xileno 10L


Figura 2 – Antioxidante


Figura 1 – Sistema de destilação da mistura de xileno+ antioxidante

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco / Isis Carmo	Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-004/8 Pág. 2/ 4
	TAXAS DE RETICULAÇÃO	

5.2 Preparação das amostras
Da amostra de tubo que se pretende determinar a taxa de reticulação é retirada uma apara que deve ter 0.2±0.02mm de espessura e o seu comprimento deverá ser pelo menos igual ao perímetro do tubo.
A massa total das aparas em cada toma deve ser de cerca de 300 mg.
O número mínimo de redes por amostra é de 2.
Existem três métodos possíveis para a preparação das amostras:

5.2.1 Micrótomo
Utilizando a tesoura de cortar tubos retira-se uma ponta de tubo. Coloca-se no micrótomo como está representado na figura seguinte.



Figura 4 - Realização do corte das aparas no micrótomo

5.2.2 Fresa
Retirar uma ponta de tubo com a tesoura de corte de tubos capaz de encaixar nos acoplamentos da fresadora. De seguida, colocar a fresa a funcionar e cortar o tubo conforme representado na figura seguinte.
Cortar várias amostras com o comprimento definido anteriormente e com um comparador verificar a espessura mínima imposta.

Nota: Só é possível este método de preparação em tubos Ø12mm, Ø16mm (com exceção dos tubos Ø16x2.0mm e Ø16x2.2mm), Ø25mm e Ø32 mm.



Figura 5 – Realização do corte das aparas através da fresa

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco / Isis Carmo	Carla Costa

5.2.3 X-ato

Para facilitar o uso do x-ato, cortar uma ponta de tubo na vertical com o comprimento do perímetro do tubo a ensaiar. Verificar com o comparador de espessuras a espessura da apara e colocar as amostras nas redes de aço inoxidável. Na Figura 6, está representado este método de preparação de amostras.

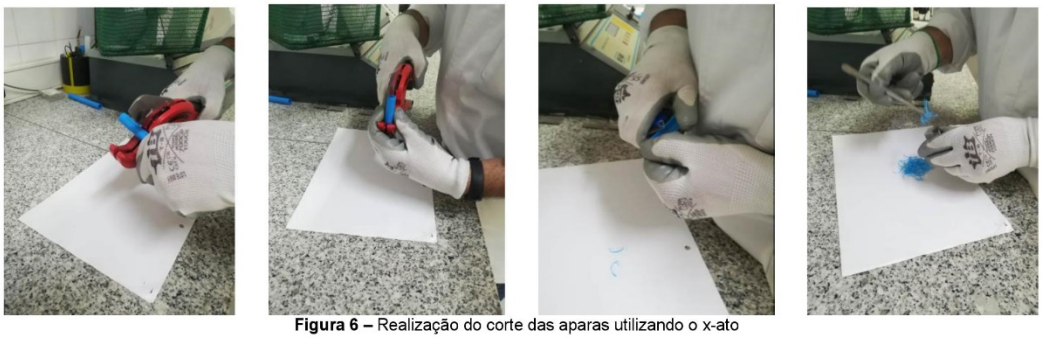


Figura 6 – Realização do corte das aparas utilizando o x-ato

5.3 Pesagem das amostras

Usando uma balança analítica pesar a rede de aço inoxidável vazia. De seguida pesar a rede já com as aparas e verificar a diferença de 300mg entre pesagens. Para que não haja fugas de material durante a ebulição, devem fixar-se as redes (ex.: clips). Colocar no máximo 10 redes (2 de cada amostra) por cada litro de mistura de xilol com antioxidante.



Figura 7 - Pesagem das amostras

5.4 Colocação das amostras na mistura de xilol

Introduzem-se as redes no balão, previamente ligado. Neste devem permanecer submersas durante a ebulição da mistura de xilol, durante 8h±30min.

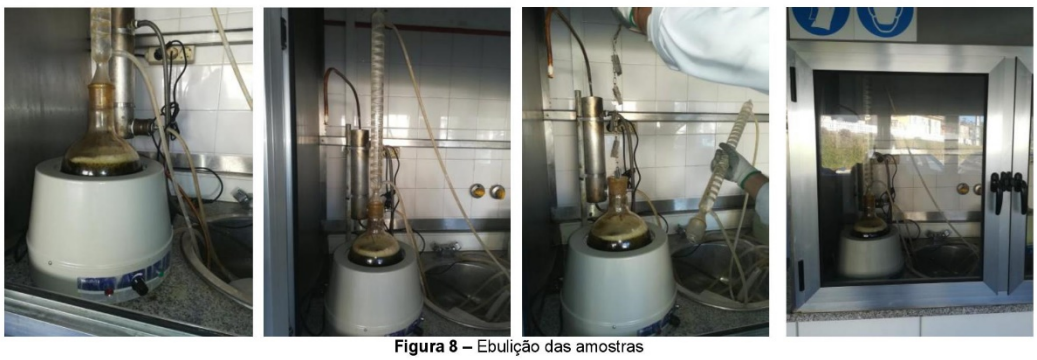


Figura 8 – Ebulição das amostras

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco / Isis Carmo	Carla Costa

5.5 Secagem e obtenção dos resultados finais
Finalmente retiram-se as redes com o que restou da amostra, ou seja, o polietileno reticulado, as quais são sujeitas a uma temperatura de secagem de 140±2ºC durante 3h, numa estufa térmica com ventilação forçada.
Após o arrefecimento à temperatura ambiente, o conjunto é pesado, e procede-se aos cálculos.





Figura 9 - Colocação das amostras na estufa e pesagem final

6 – PERIGOS/CONTROLO DA EXPOSIÇÃO
Usar vestuário de proteção **(Máscara, óculos e luvas adequadas).** Os produtos e os seus recipientes devem ser eliminados como resíduos perigosos.

- **Antioxidante:** Produto nocivo; possíveis riscos de comprometer a fertilidade; pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.
- **Mistura de xileno com antioxidante em ebulição:** Líquido e vapor inflamáveis; nocivo em contato com a pele ou por inalação; provoca irritação cutânea; é necessário ter cuidado quando se colocam as redes no balão de vidro, pois a mistura em questão encontra-se a temperaturas elevadas, podendo provocar queimaduras graves;

Nota: Para mais informação consultar ficha de segurança de produto.

7 – RESULTADOS
A taxa de reticulação é calculada através da expressão:
$TR = (m_2-m_0/ m_1-m_0) \times 100$ (%)

em que:
- m_2 - massa da amostra na rede no final (g)
- m_1 - massa da amostra na rede no início (g)
- m_0 – massa da rede vazia (g)

O valor que deve ser comparado com o critério de aceitação definido é a média dos resultados de todas as tomas.

Critério de aceitação: indicado pelas normas do produto e definido nas fichas técnicas correspondentes.

8 – REGISTOS
SGIRG-015 Boletins de ensaio de inspeção final

DATA: 20.05.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco / Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

6.3 ANEXO III - QPE do *PEELING*

DUOFLEX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 1/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

1 - OBJETIVO
Definir o procedimento de ensaio para a determinação da força de adesão entre a camada de Alumínio e a camada interior de tubo.

2 - ÂMBITO
São abrangidos por este procedimento todos os tubos multicamada com Alumínio.

3 - NORMALIZAÇÃO
Este procedimento é baseado na norma ISO 17454 e no regulamento particular AENOR para sistemas multicamada.

4 – EQUIPAMENTO E PRODUTOS UTILIZADOS
- Dinamómetro;
- Equipamento de corte de provetes (ex.: tesoura de cortar tubos);
- Marcador;
- Paquímetro;

5 - MODO OPERATÓRIO
5.1 Dimensão e forma dos provetes
Cortar 10 amostras (anéis) de tubo completo multicamada com comprimento mínimo, Wp=10 mm, e assinalar com um marcador uma linha do lado oposto à linha de soldadura no provete para facilitar a visualização dos resultados, representado nas figuras seguintes.



Figura 1 - Preparação das amostras para o ensaio

5.2 Procedimento para a realização do ensaio
5.2.1 Calibração do sinal elétrico
Para a realização deste ensaio é necessário proceder à calibração do sinal eléctrico do dinamómetro para manter os resultados dos ensaios fidedignos.
Esta calibração fornece o sinal de calibração de acordo com as características de cada célula de carga e ajusta automaticamente a amplitude do amplificador de carga. Deve ser realizada todas as vezes que se inicia o dinamómetro ou quando existem alterações na temperatura ambiente.
A calibração deverá efetuar-se da seguinte forma:

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 2/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

1. Certificar-se que nenhuma carga está a ser aplicada na célula de carga.

2. Clicar no botão "**SYSTEM**".

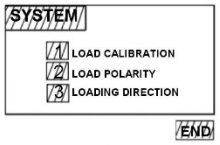
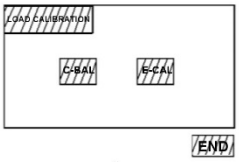




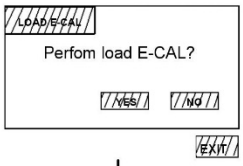
Figura 2 – Monitor do dinamómetro

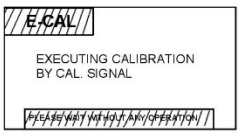
3. Pressionar o botão número "**1**" que aparecerá no monitor para autorizar a calibração do equipamento.

4. Pressionar a opção "**E-CAL**" para ativar a calibração pretendida.



5. Garantir o início da calibração do sinal eléctrico, carregando no botão "**YES**".





6. Esperar cerca de 30 segundos, até aparecer novamente o menu "**SYSTEM**", sinal de que já foi realizada a calibração e o dinamómetro está pronto para realizar o ensaio PEELING.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 3/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

5.2.2 Posicionamento do provete no equipamento

Através de uma serra de corte levantar uma pequena língua só da camada de alumínio e a camada exterior ≤ 5 mm no lado oposto à soldadura (marca feita pelo marcador) em todas as amostras. Antes de ligar o dinamómetro, verificar se os limites de segurança e emergência estão bem estabelecidos, e de seguida ligar o equipamento.



Figura 3 - Preparação das amostras antes de colocar no dinamómetro

De seguida, colocar as amostras no dinamómetro através da ajuda dos acoplamentos, como está representado na figura seguinte.

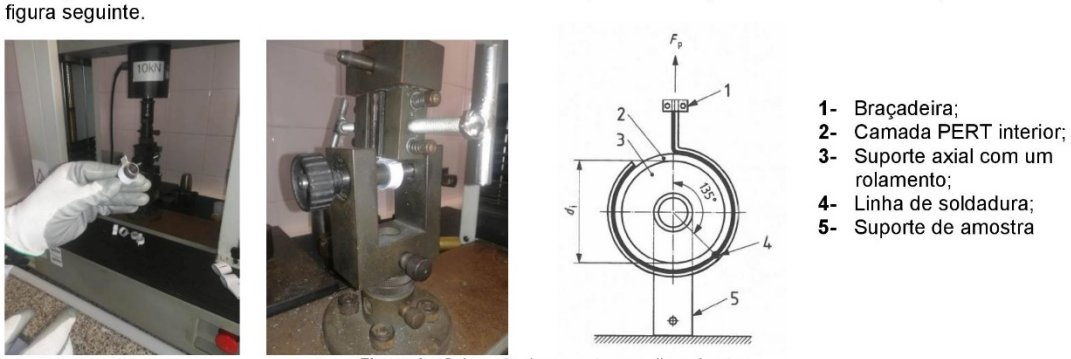
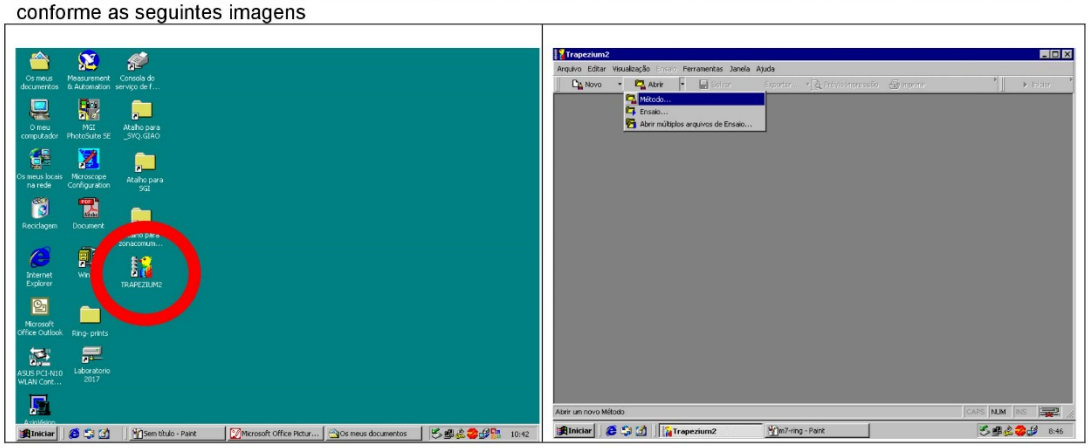


Figura 4 – Colocação das amostras no dinamómetro

5.2.3 Teste da amostra

Depois de colocar a amostra no dinamómetro, para se iniciar o ensaio deve-se ligar o software e seguir os passos conforme as seguintes imagens

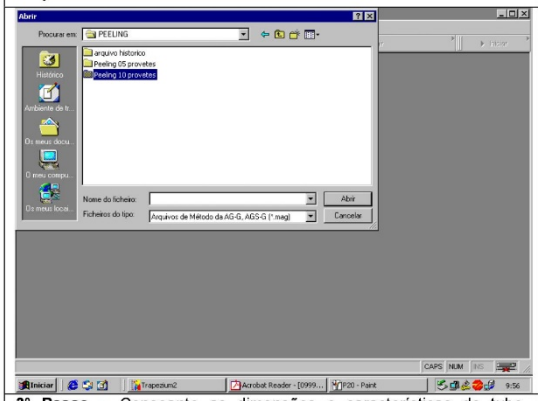


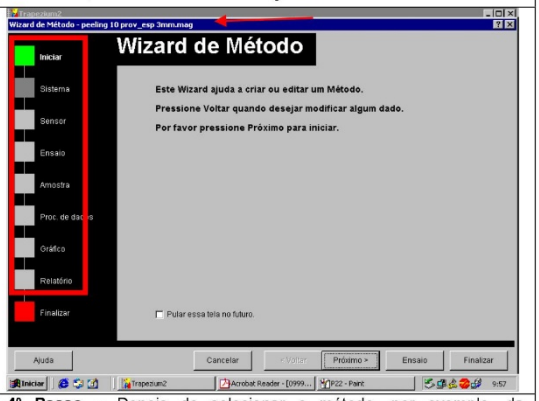
DATA: 20.05.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 4/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

1º Passo – Procurar no ambiente de trabalho o ícone chamado "**trapezium**" e clicar.

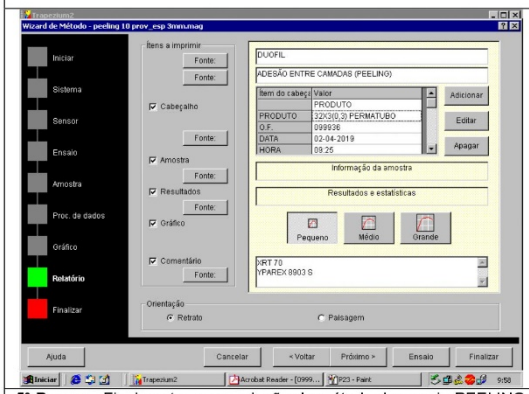
2º Passo – Clicar na opção "**abrir**", e posteriormente na opção "**métodos**", como está ilustrado na figura.

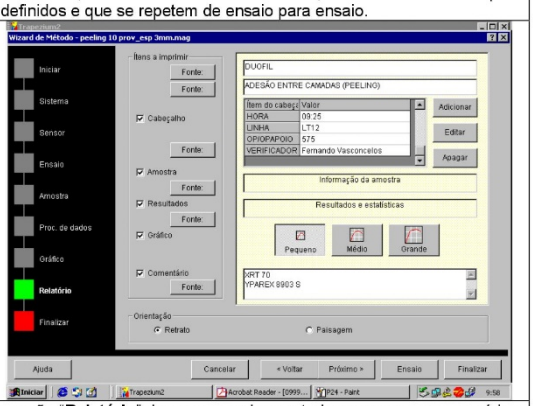




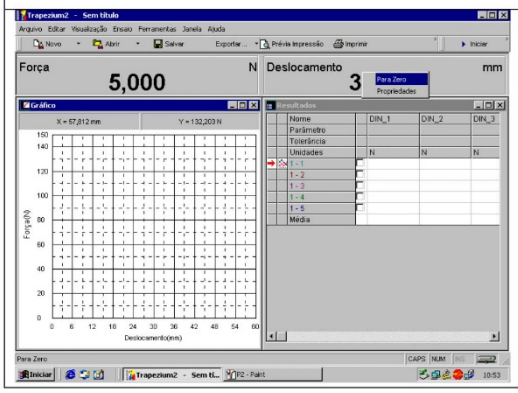
3º Passo – Consoante as dimensões e características do tubo, selecionar o método indicado.
Procurar a pasta "**PEELING**" e selecionar o ensaio correspondente. Ter em atenção a escolha do método correto indicado na ficha técnica do produto.
A título de exemplo, selecionou-se a pasta "**Peeling_05_provetes**". Consoante o diâmetro do tubo, clica-se na opção adequada.

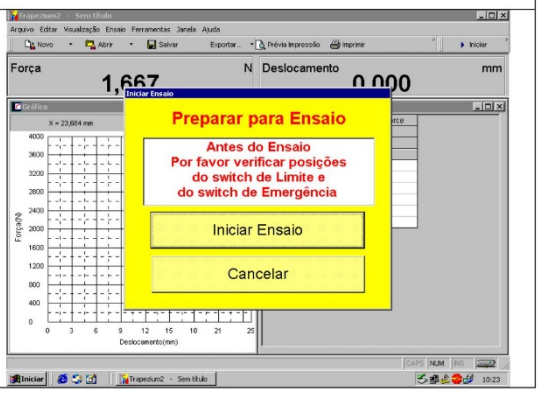
4º Passo – Depois de selecionar o método, por exemplo, da espessura 3mm, aparecerá o separador da figura em cima. Verificar sempre se o nome do ficheiro coincide com o nome do ensaio pretendido. Clicar de seguida na opção "**Próximo**".
Para cada ponto do fluxograma assinalado a vermelho na ilustração, repete-se o mesmo procedimento, isto é, clica-se sempre em "**Próximo**", desde "**Sistema**" até "**Gráfico**", visto serem métodos pré-definidos e que se repetem de ensaio para ensaio.





5º Passo – Finalmente, na conclusão do método de ensaio PEELING, na opção "**Relatório**" devem preencher-se todos os campos necessários para a identificação do produto a ensaiar, desde o nome do produto, a OF, a data e hora de fabrico e quem realizou o ensaio. Por fim clicar em "**Ensaio**".





DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFHE	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 5/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

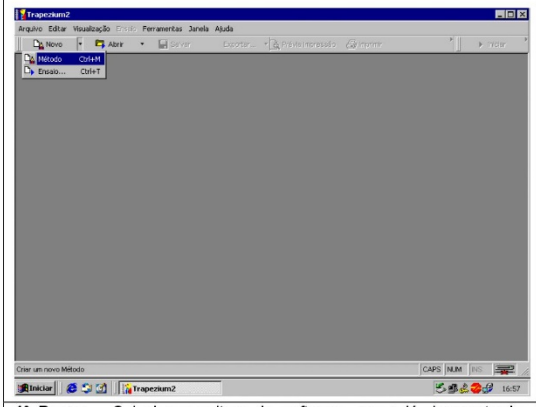
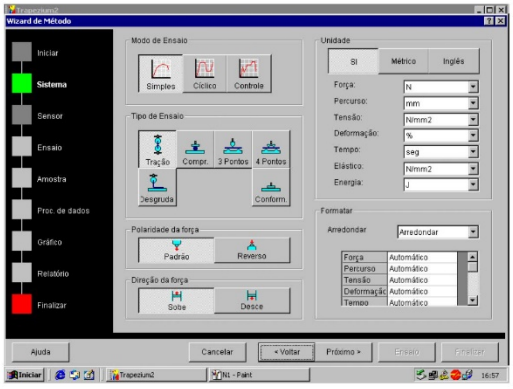
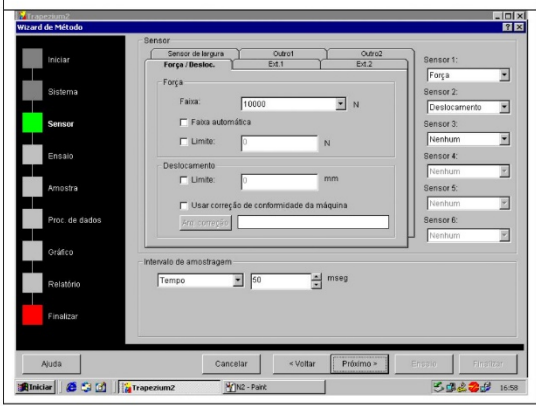
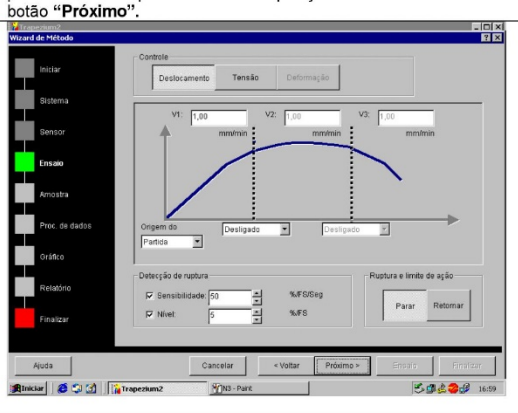
6º Passo – Definir a força do ensaio e a velocidade (V=50±5 mm/min) e clicar no lado direito do rato, selecionando a opção "para zero", tanto no lado da "**Força**" como do "**Deslocamento**", conforme representado na figura a cima.	**7º Passo** – Verificar se está tudo conforme anteriormente descrito, clicar no botão do canto superior direito da figura ilustrada em cima ("**iniciar**"), fazendo aparecer "**Preparar para ensaio**" como forma de precaução. Verificar se está tudo pronto/conforme para a realização do ensaio e clicar em "**iniciar ensaio**".

Nota: Realizar estes passos para todos os provetes necessários para o ensaio em questão.
Verificar sempre se o provete a ensaiar possui valores inferiores aos valores mínimos expostos no ponto 7.1. Caso isso aconteça, deve comunicar-se de imediato o CSVQ para que se tomem medidas de forma a retificar o problema na linha de produção.

6 – MÉTODOS

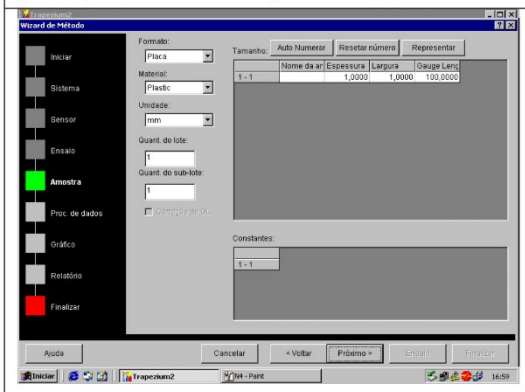
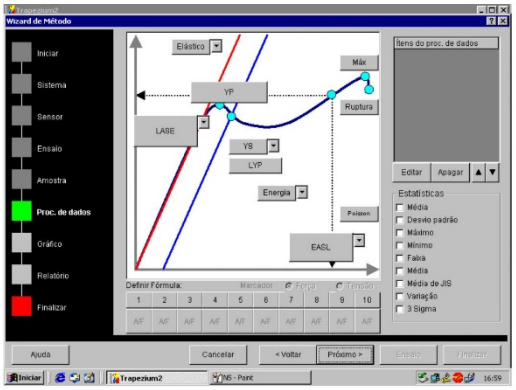
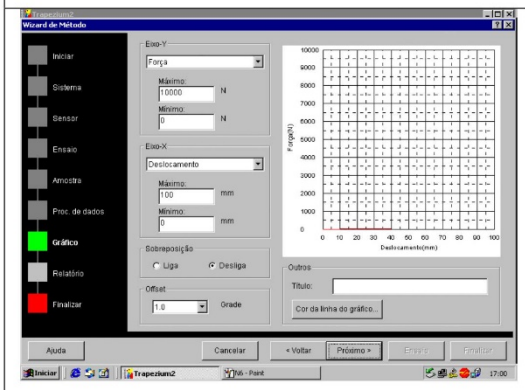
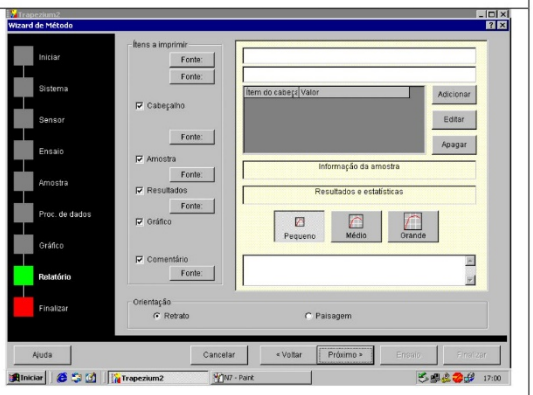
Consoante o tipo de ensaio e o tipo de tubo, existem métodos/características de ensaios diferentes para cada um.
Quando se pretende realizar um ensaio com um produto novo, poderá ser necessário criar um novo método correspondente a esse produto.
Caso esteja a ser realizado um ensaio PEELING através de um método existente, passe diretamente para **o ponto 7 (RESULTADOS)**.

Os passos necessários à criação de novos métodos são os seguintes:

	
1º Passo – Selecionar o item do software, como já demonstrado. Depois clicar na opção "**Novo**", e posteriormente na opção "**métodos**", como está ilustrado na figura.	**2º Passo** – Depois aparece o menu inicial com o fluxograma representativo de cada parte que precisa de ser preenchido, começando com "**Subsistema".** Neste ponto é necessário determinar o modo de ensaio, o tipo de ensaio, a polaridade da força, a direção da força, o tipo de unidades pretendidas e o tipo de forma de exposição dos resultados. Clicar no botão **"Próximo".**
	

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFHL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 6/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

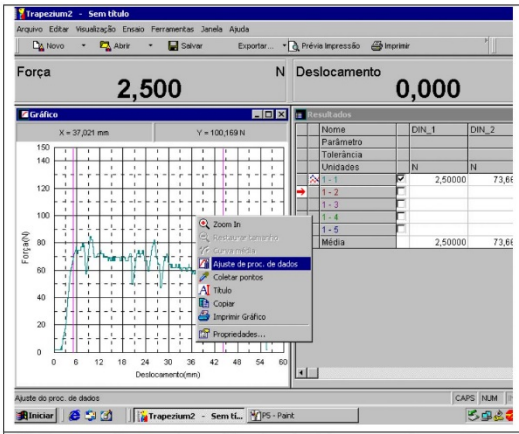
3º Passo – No sensores 1 e 2 deve selecionar-se Força e Deslocamento, respetivamente. Por uma questão de segurança, deve colocar-se o limite da força igual à capacidade da célula de carga.	**4º Passo –** No ponto **"Ensaio"** é importante ter em atenção o tipo de controlo que se pretende, a velocidade, o nível de deteção de rutura e a resposta do equipamento quando o limite de rutura for atingido.
	
5º Passo – É necessário ter em conta o formato do provete, o tipo de material, as unidades do resultado, a espessura, a largura da amostra, entre outros, no ponto **"Amostragem".**	**6º Passo** – No ponto **"Procura de dados"** decidir quais os parâmetros que precisam de ser analisados nos resultados dos ensaios desse método tais como, a média, o desvio padrão, o máximo, o mínimo, entre outros.
	
7º Passo – No ponto **"Gráfico"** decidir qual o tipo de eixo vertical e o seu valor máximo e mínimo, como também do eixo horizontal. Definir também o aspeto visual do gráfico.	**8º Passo** – Por último, no ponto **"Relatório"** indicar todas fontes necessárias e todos os pontos importantes para a identificação do provete, como a ordem de fabrico, data e hora de fabrico, linha de trabalho, nome do verificador e operador que produziu o tubo a ensaiar.

7– RESULTADOS

Depois de realizar os passos anteriores, em cada provete, deve-se seguir os seguintes passos ilustrados para determinar a **Força mínima de tração (*Fd*)** de cada provete.

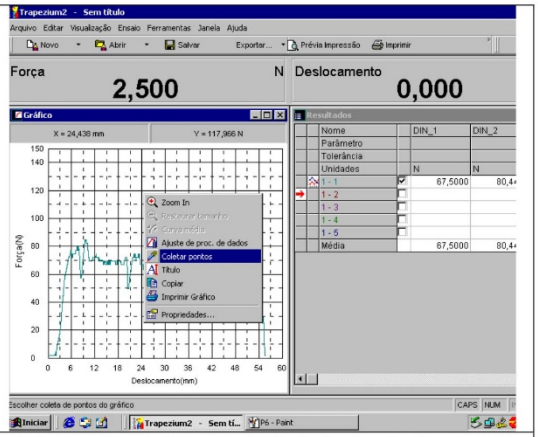
DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFHL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 7/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	



1º Passo – Consoante o diâmetro do tubo a ensaiar, verificar os limites de rotação (máximo e mínimo) para selecionar o "ajuste de procura de dados". Colocar esses mesmos limites no gráfico para cada amostra.

Nota: Consultar os limites de rotação de cada tubo expostos no ponto 7.1.



2º Passo – De seguida com o botão direito do rato, clicar no botão "**coletar pontos**" e verificar o valor com a menor força encontrada dentro dos limites estipulados.

De seguida determinar o valor médio da força mínima de tração em favor do número de amostras ensaiadas:

$$Fd = \frac{\sum Fdi}{n^{o}\,amostras}\ \textbf{(N/mm)} \qquad \textbf{(Eq.1)}$$

A Força de Adesão (Fad) é:

$$Fad = Fd - Fcal\ \textbf{(N/mm)} \qquad \textbf{(Eq.2)}$$

Fcal – Força de calibração (consultar ponto 7.2)

Critério de aceitação: indicado pelas normas do produto e definido nas fichas técnicas correspondentes.

7.1 Limites de rotação

Para registar o valor mínimo (Fpmin) da força de tração atingido entre os 30º e os 255º de rotação, deve-se delimitar os valores da variável independente, consoante os valores estabelecidos na tabela seguinte, tendo em atenção o diâmetro da amostra.

Deve-se utilizar estes valores calculados pela empresa para garantir a fidelidade dos resultados encontrados.

$$Fdi = \frac{Fp\,\min}{Wp}\ \textbf{(N/mm)} \qquad \textbf{(Eq.3)}$$

Tabela 1 – Valores limite necessários para determinar o valor mínimo da força de tração

Tubo (mm)		Limites da rotação (º)	
Diam	**Perímetro**	**30**	**255**
14	44,0	3,67	31,2
16	50,3	4,19	35,6
18	56,5	4,71	40,1
20	62,8	5,24	44,5
25	78,5	6,54	55,6
26	81,7	6,81	57,9
32	100,5	8,38	71,2
40	125,7	10,47	89,0
50	157,1	13,09	111,3
63	197,9	16,49	140,2

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 8/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

7.2 Força de calibração

Para determinar a força de calibração deve-se elaborar os passos seguintes:

1º Cortar 5 amostras (comprimento mínimo (Wp)=10 mm) de "tubo" composto apenas de Alumínio e camada interior, sem adesivo;

2º Levantar uma pequena língua de Alumínio com um comprimento ≤ 5 mm no lado oposto à soldadura.

3º Colocar na máquina de tracção como explicado anteriormente e aplicar uma velocidade V=50±5 mm/min

4º Para cada amostra, registar o valor máximo (Fpmax) e mínimo (Fpmin) da força medida entre os 30º e os 255º de rotação, tendo em atenção os limites estipulados, calculando assim a Força de Calibração (Fcal):

$$Fcal = \frac{Fp\max - Fp\min}{2Wp} \text{ (N/mm)} \qquad \text{(Eq.4)}$$

5º Determinar o valor médio das 5 amostras:

$$Fcal = \frac{\sum Fcali}{5} \text{ (N/mm)} \qquad \text{(Eq.5)}$$

Os valores da força de calibração foram de forma exemplar determinados anteriormente, por isso deve-se consultar a tabela seguinte para determinar o valor a considerar da força de calibração consoante o tamanho da amostra na determinação da força de adesão entre camadas.

Tabela 2 – Valores a considerar da força de calibração

Diam	Provetes	Fmáx	Fmin	Fcal i	F cal média	Valor a considerar	Observações
14 (0.2)	1	2,50000	0,22061	0,11397	0,07321	**0,07**	
	2	2,50000	1,62413	0,04379			
	3	2,50000	0,33610	0,10820			
	4	2,50000	1,68017	0,04099			
	5	2,50000	1,31761	0,05912			
16 (0.2)	1	2,50000	2,50000	0,00000	0,07212	**0,07**	
	2	4,33484	0,48032	0,19273			
	3	4,49757	1,24254	0,16275			
	4	2,50000	2,50000	0,00000			
	5	2,60233	2,50000	0,00512			
18 (0.2)	1	4,71725	2,50000	0,11086	0,09439	**0,09**	
	2	2,50000	2,50000	0,00000			
	3	5,00000	2,50000	0,12500			
	4	5,00000	2,50000	0,12500			
	5	4,72219	2,50000	0,11111			
18 (0.3)	1	5,00000	1,21170	0,18941	0,19661	**0,09**	Definido com base no 18x2 (0.2)
	2	7,45324	2,50000	0,24766			
	3	7,50000	1,58076	0,29596			
	4	5,00000	2,50000	0,12500			
	5	5,00000	2,49990	0,12501			
20 (0.2)	1	2,50000	0,80304	0,08485	0,07492	**0,07**	
	2	2,50000	0,52719	0,09864			
	3	2,50000	0,74413	0,08779			
	4	2,50000	0,43411	0,10329			
	5	2,50000	2,50000	0,00000			
25 (0.3)	1	2,50000	2,50000	0,00000	0,02122	**0,02**	
	2	4,62154	2,50000	0,10608			
	3	2,50000	2,50000	0,00000			
	4	2,50000	2,50000	0,00000			
	5	2,50000	2,50000	0,00000			
26 (0.3)	1	2,50000	0,13381	0,11831	0,10007	**0,10**	
	2	2,50000	0,96769	0,07662			
	3	2,50000	0,50574	0,09971			
	4	2,50000	0,38427	0,10579			
	5	2,50000	0,50161	0,09992			
26 (0.4)	1	5,00000	2,50000	0,12500	0,09103	**0,09**	
	2	2,50000	0,11028	0,11949			
	3	5,00000	2,50000	0,12500			
	4	2,50000	2,50000	0,00000			
	5	2,50000	0,78695	0,08565			

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFHE	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-021/6 Pág. 9/ 9
	ADESÃO ENTRE CAMADAS – "PEELING"	

32 (0.3)	1					0,46	Definido com base no 32 (0.4)
	2						
	3						
	4						
	5						
32 (0.4)	1	7,50000	2,50000	0,25000	0,45782	0,46	
	2	7,50000	1,71843	0,28908			
	3	7,50000	2,50000	0,25000			
	4	22,50000	2,50000	1,00000			
	5	12,50000	2,50000	0,50000			
40 (0.35)	1					0,46	Definido com base no valor mais alto calculado - 32(0.4)
	2						
	3						
	4						
	5						
50 (0.45)	1					0,46	Definido com base no valor mais alto calculado - 32(0.4)
	2						
	3						
	4						
	5						
63 (0.55)	1					0,46	Definido com base no valor mais alto calculado - 32(0.4)
	2						
	3						
	4						
	5						

8 - REGISTOS

SGIRG-015 Boletins de ensaio de inspeção final.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

6.4 ANEXO IV – QPE do *RING*

DUOFLEX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 1/ 7
	RING	

1 - OBJETIVO
Definir o procedimento de ensaio para a determinação do valor máximo da força suportada pelo tubo quando submetido ao teste de "Ring".

2 - ÂMBITO
São abrangidos todos os produtos cujo plano de inspeção e ensaio assim o defina.

3 - NORMALIZAÇÃO
Este ensaio é inspirado na norma ASTM F 1282.

4 – EQUIPAMENTO E PRODUTOS UTILIZADOS
- Dinamómetro;
- Equipamento de corte de provetes (ex.: tesoura de cortar tubos);
- Marcador;
- Paquímetro;

5 - MODO OPERATÓRIO
5.1 Dimensão e forma dos provetes
Cortar a quantidade de provetes de tubo multicamada de acordo com a ficha técnica.
Utilizando um paquímetro, marcar o tubo com uma medida de 25±1mm e cortar consecutivamente os provetes ao longo do eixo do tubo, como está ilustrado na figura seguinte. O corte dos provetes deve ser feito com a ajuda da tesoura de cortar tubos de forma a que os 2 extremos sejam paralelos e façam um ângulo de aproximadamente 90±2° com o eixo do tubo.



Figura 1 - Preparação das amostras para o ensaio

5.2 Procedimento para a realização do ensaio
5.2.1 Calibração do sinal elétrico
Para a realização deste ensaio é necessário proceder à calibração do sinal eléctrico do dinamómetro para manter os resultados dos ensaios fidedignos.
Esta calibração fornece o sinal de calibração de acordo com as características de cada célula de carga e ajusta automaticamente a amplitude do amplificador de carga. Deve ser realizada todas as vezes que se inicia o dinamómetro ou quando existem alterações na temperatura ambiente.
A calibração deverá efetuar-se da seguinte forma:

DATA: 20.05.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFIX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 2/ 7
	RING	

1. Certificar-se que nenhuma carga está a ser aplicada na célula de carga.

2. Clicar no botão "**SYSTEM**".

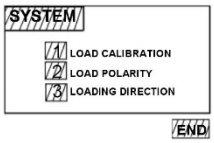
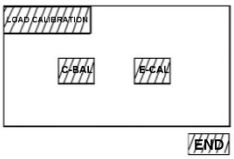




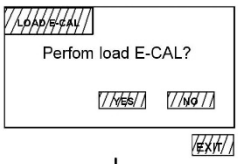
Figura 2 – Monitor do dinamómetro

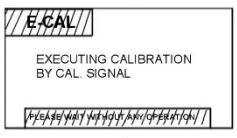
3. Pressionar o botão número "**1**" que aparecerá no monitor para autorizar a calibração do equipamento.

4. Pressionar a opção "**E-CAL**" para ativar a calibração pretendida.



5. Garantir o início da calibração do sinal eléctrico, carregando no botão "**YES**".





6. Esperar cerca de 30 segundos, até aparecer novamente o menu "**SYSTEM**", sinal de que já foi realizada a calibração e o dinamómetro está pronto para realizar o ensaio RING.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFIX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 3/ 7
	RING	

5.2.2 Posicionamento do provete no equipamento

Colocar o provete no equipamento de maneira a que a soldadura faça um ângulo de 90º relativamente ao eixo de tração, como está representado na Figura 3. Antes de ligar o dinamómetro, verificar se os limites de segurança e emergência estão bem estabelecidos, e de seguida ligar o equipamento.



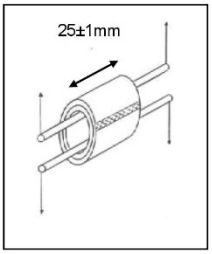


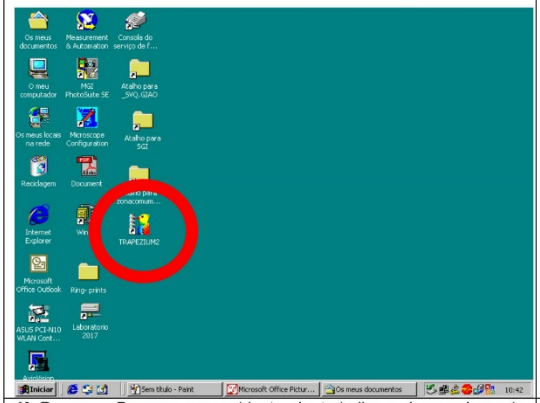




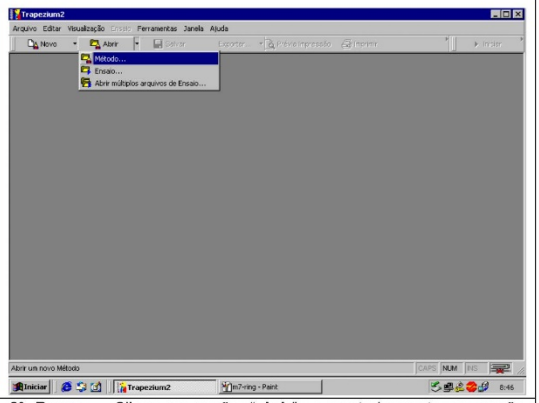
Figura 3 - Colocação das amostras no dinamómetro

5.2.3 Teste da amostra

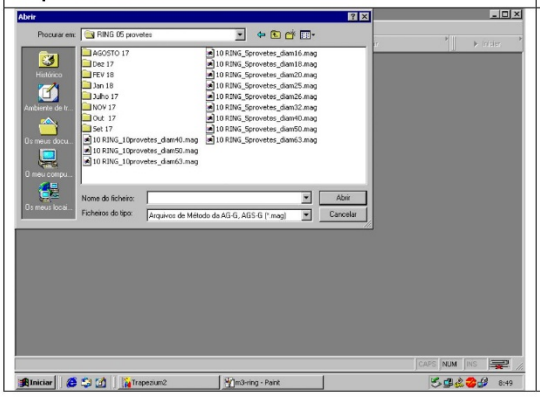
Depois de colocar a amostra no dinamómetro, para se iniciar o ensaio deve-se ligar o software e seguir os passos conforme as seguintes imagens:

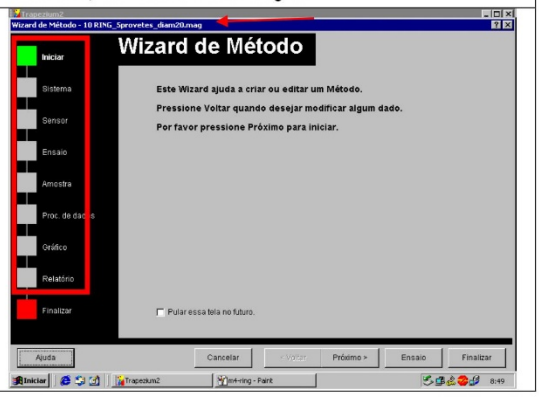


1º Passo – Procurar no ambiente de trabalho o ícone chamado "**trapezium**" e clicar.



2º Passo – Clicar na opção "**abrir**", e posteriormente na opção "**métodos**", como está ilustrado na figura.





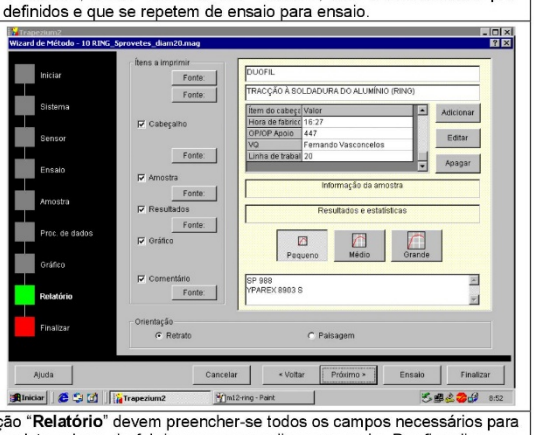
DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 4/ 7
	RING	

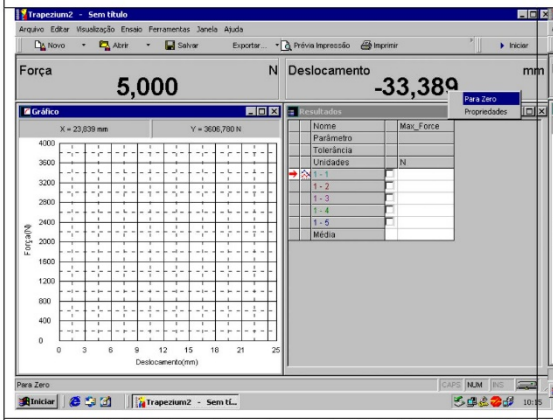
3º Passo – Consoante as dimensões e características do tubo, selecionar o método indicado.
Procurar a pasta "**RING**" e selecionar o ensaio correspondente. Ter em atenção a escolha do método correto indicado na ficha técnica do produto.
A título de exemplo, selecionou-se a pasta "**RING_05_provetes**". Consoante o diâmetro do tubo, clica-se na opção adequada.

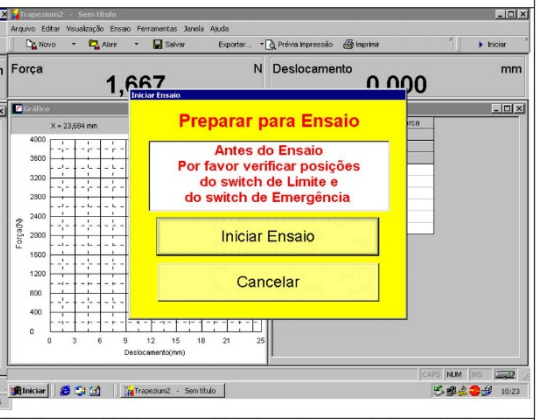
4º Passo – Depois de selecionar o método, por exemplo, do diâmetro 20mm, aparecerá o separador da figura em cima. Verificar sempre se o nome do ficheiro coincide com o nome do ensaio pretendido. Clicar de seguida na opção "**Próximo**".
Para cada ponto do fluxograma assinalado a vermelho na ilustração, repete-se o mesmo procedimento, isto é, clica-se sempre em "**Próximo**", desde "**Sistema**" até "**Gráfico**", visto serem métodos pré-definidos e que se repetem de ensaio para ensaio.





5º Passo – Finalmente, na conclusão do método de ensaio RING, na opção "**Relatório**" devem preencher-se todos os campos necessários para a identificação do produto a ensaiar, desde o nome do produto, a OF, a data e hora de fabrico e quem realizou o ensaio. Por fim clicar em "**Ensaio**".





6º Passo – Definir a força do ensaio e a velocidade (V=50±5 mm/min) e clicar no lado direito do rato, selecionando a opção "para zero", tanto no lado da "**Força**" como do "**Deslocamento**", conforme representado na figura a cima.

7º Passo – Verificar se está tudo conforme anteriormente descrito, clicar no botão do canto superior direito da figura ilustrada em cima ("**iniciar**"), fazendo aparecer "**Preparar para ensaio**" como forma de precaução. Verificar se está tudo pronto/conforme para a realização do ensaio e clicar em "**iniciar ensaio**".

Nota: Realizar estes passos para todos os provetes necessários para o ensaio em questão.
Verificar sempre se o provete a ensaiar sofre rutura na zona da soldadura. Caso isso aconteça, deve comunicar-se de imediato o CSVQ para que se tomem medidas de forma a retificar o problema na linha de produção.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

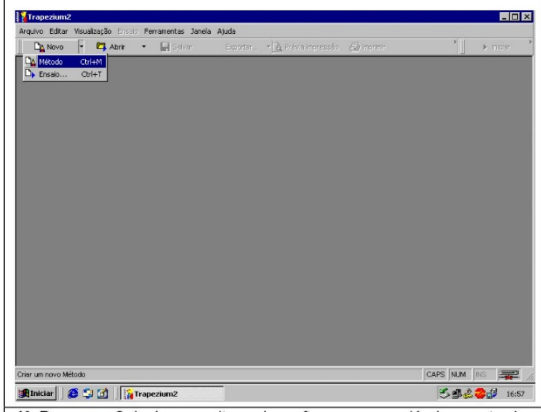
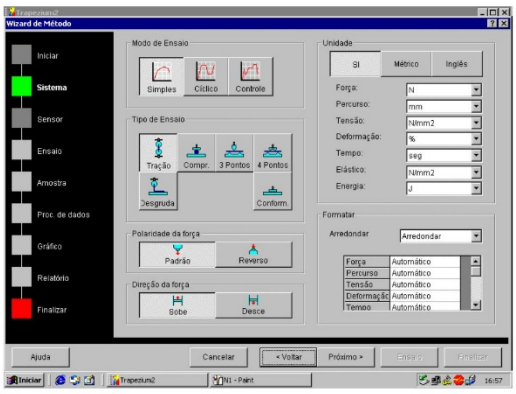
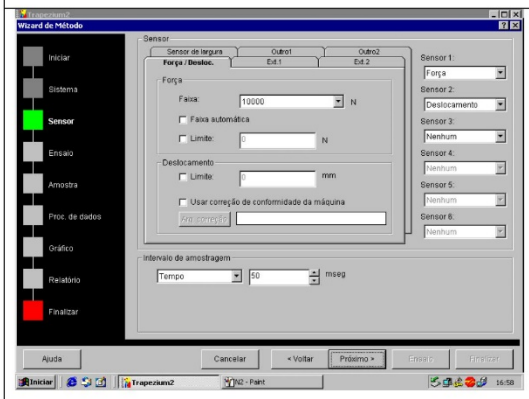
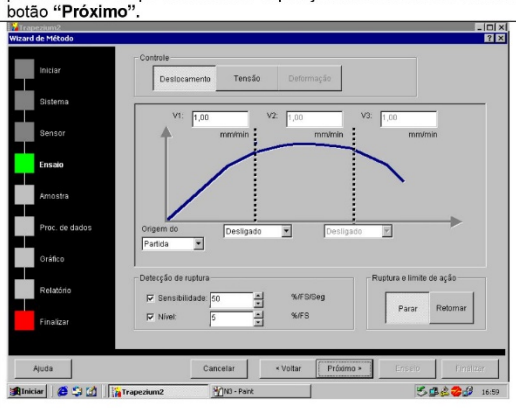
DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 5/ 7
	RING	

6 – MÉTODOS

Consoante o tipo de ensaio e o tipo de tubo, existem métodos/características de ensaios diferentes para cada um. Quando se pretende realizar um ensaio com um produto novo, poderá ser necessário criar um novo método correspondente a esse produto.

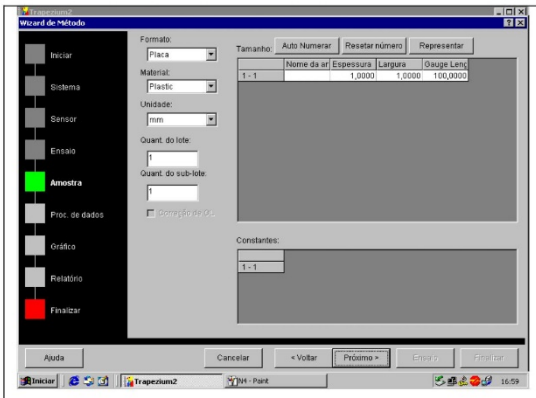
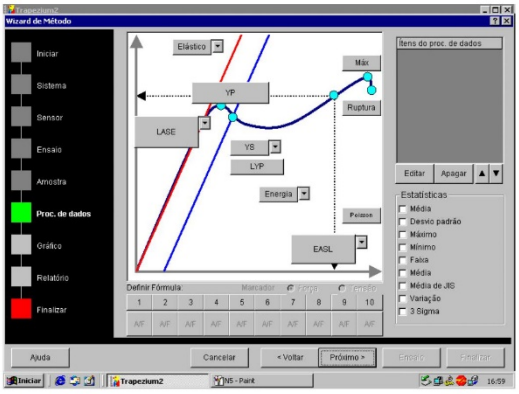
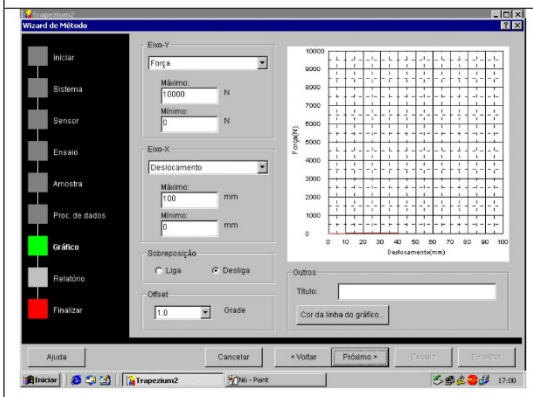
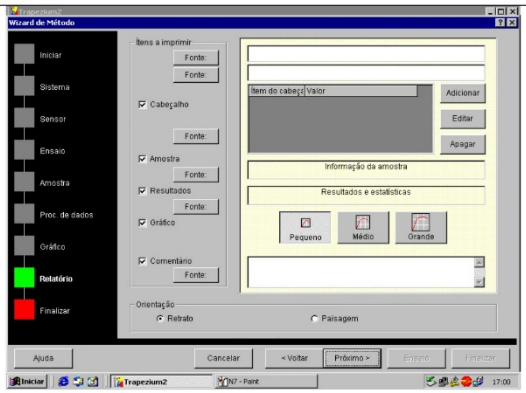
Caso esteja a ser realizado um ensaio RING através de um método existente, passe diretamente para **o ponto 7 (RESULTADOS)**.

Os passos necessários à criação de novos métodos são os seguintes:

<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>1º Passo – Selecionar o item do software, como já demonstrado. Depois clicar na opção “Novo”, e posteriormente na opção “métodos”, como está ilustrado na figura.</td>
<td>2º Passo – Depois aparece o menu inicial com o fluxograma representativo de cada parte que precisa de ser preenchido, começando com “Subsistema”.
Neste ponto é necessário determinar o modo de ensaio, o tipo de ensaio, a polaridade da força, a direção da força, o tipo de unidades pretendidas e o tipo de forma de exposição dos resultados. Clicar no botão “Próximo”.</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>3º Passo – No sensores 1 e 2 deve selecionar-se Força e Deslocamento, respetivamente.
Por uma questão de segurança, deve colocar-se o limite da força igual à capacidade da célula de carga.</td>
<td>4º Passo – No ponto “Ensaio” é importante ter em atenção o tipo de controlo que se pretende, a velocidade, o nível de deteção de rutura e a resposta do equipamento quando o limite de rutura for atingido.</td>
</tr>
</table>

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 6/ 7
	RING	

	
5º Passo – É necessário ter em conta o formato do provete, o tipo de material, as unidades do resultado, a espessura, a largura da amostra, entre outros, no ponto **"Amostragem".**	**6º Passo** – No ponto **"Procura de dados"** decidir quais os parâmetros que precisam de ser analisados nos resultados dos ensaios desse método tais como, a média, o desvio padrão, o máximo, o mínimo, entre outros.
	
7º Passo – No ponto **"Gráfico"** decidir qual o tipo de eixo vertical e o seu valor máximo e mínimo, como também do eixo horizontal. Definir também o aspeto visual do gráfico.	**8º Passo** –Por último, no ponto **"Relatório"** indicar todas fontes necessárias e todos os pontos importantes para a identificação do provete, como a ordem de fabrico, data e hora de fabrico, linha de trabalho, nome do verificador e operador que produziu o tubo a ensaiar.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-025/2 Pág. 7/ 7
	RING	

7– RESULTADOS

Depois de fazer os vários ensaios, selecionar todos os gráficos que o software fornece a cada ensaio feito, registando o valor da força máxima encontrada para cada provete para posteriormente realizar-se a média dos resultados, como se encontra ilustrado na figura seguinte. No fim, comparar com os valores estabelecidos nos critérios de aceitação nas fichas técnicas de cada produto.

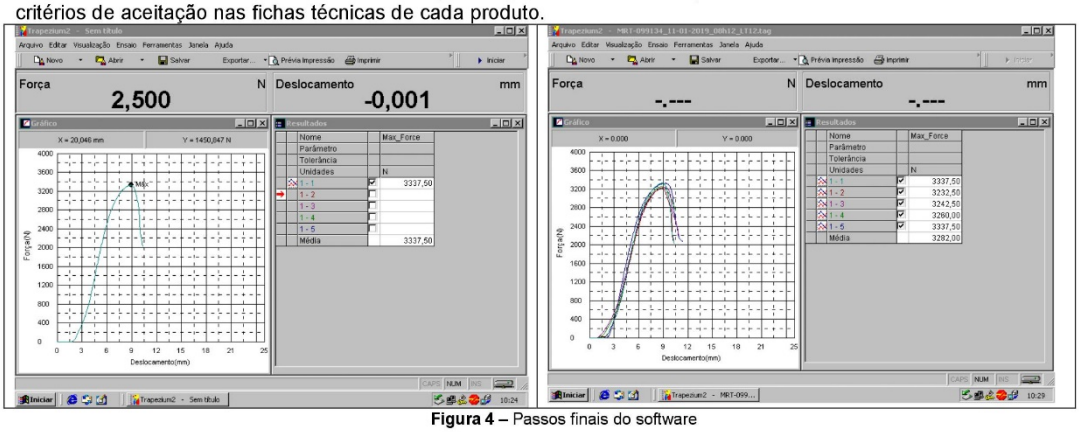


Figura 4 – Passos finais do software

Nota: É preciso que se tenha a máxima atenção durante a realização deste ensaio, não só pela importância do ensaio, como também pelo risco do manuseamento do equipamento (dinamómetro).

A comparação do resultado com o critério de aceitação deve ser feita em cada um dos provetes. No caso de um deles estar fora do critério, deve repetir-se.
Se o resultado da repetição estiver dentro do critério, pode proceder-se à continuação do ensaio.
Se o resultado estiver fora, deve informar-se o CSVQ e repetir o ensaio após a tomada de medidas corretivas.



Figura 5 – Provete durante o ensaio

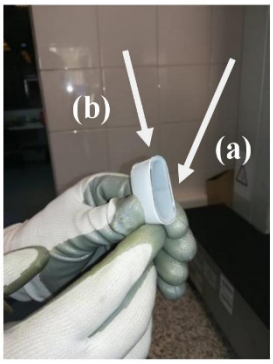


Figura 6 – Provete depois do ensaio.
(a)Linha da soldadura (b) zona da rutura
A zona de rutura não deve coincidir com a linha de soldadura

8 - REGISTOS

SGIRG-015 Boletins de ensaio de inspeção final.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

6.5 ANEXO V – QPE de Tração e alongamento do alumínio

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 1/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

1 – OBJETIVO
Definir o procedimento do ensaio de tração e alongamento à rutura.

2 – ÂMBITO
São abrangidos todos os produtos cujo plano de inspeção e ensaio assim o defina.

3 – NORMALIZAÇÃO
Este ensaio é feito com base nas normas de produto.

4 – EQUIPAMENTO UTILIZADO
- Dinamómetro;
- Equipamento de corte de provetes (ex.: pneumático de corte);
- Marcador;
- Paquímetro;

5 – MODO OPERATÓRIO
5.1 Dimensão e forma dos provetes
Cortar 3 provetes no equipamento pneumático de corte representado na figura seguinte.

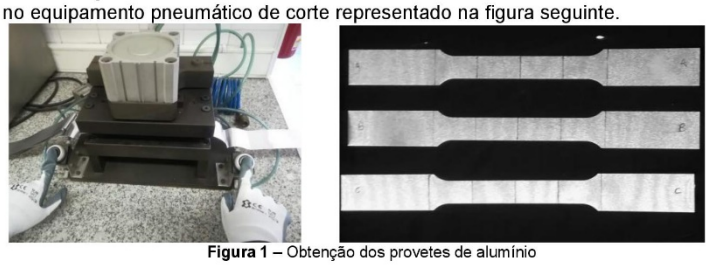
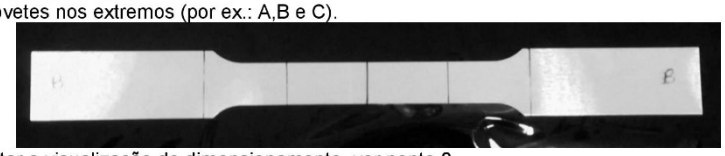


Figura 1 – Obtenção dos provetes de alumínio

De seguida com a ajuda do paquímetro e do marcador, marcar o centro do provete e assinalar:
- dois traços de referência equidistantes em relação ao centro do provete e, entre si, à distância de 50±0,5mm
- dois traços equidistantes ao centro do provete com a distância total de 100±0,5mm (zona de aplicação dos acoplamentos do dinamómetro).

Identificar os provetes nos extremos (por ex.: A,B e C).



Nota: Para facilitar a visualização do dimensionamento, ver ponto 8.



Figura 2 - Medição e marcação dos provetes

5.2 Procedimento para a realização do ensaio
5.2.1 Calibração do sinal elétrico
Para a realização deste ensaio é necessário proceder previamente à calibração do sinal eléctrico do dinamómetro. Esta calibração fornece o sinal de acordo com as características de cada célula de carga e ajusta automaticamente a amplitude do amplificador de carga. Deve ser realizada todas as vezes que se inicia o dinamómetro ou quando existem alterações siginificativas na temperatura ambiente.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFHE	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 2/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

A calibração deverá efetuar-se da seguinte forma:

1. Certificar-se que nenhuma carga está a ser aplicada na célula de carga.

2. Clicar no botão "**SYSTEM**".

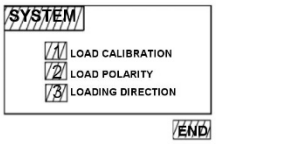
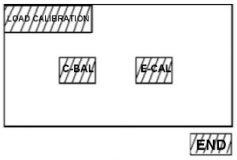




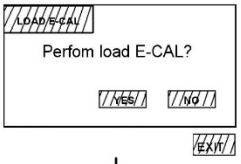
Figura 3 - Monitor do dinamómetro

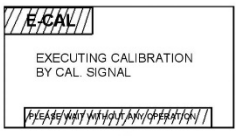
3. Pressionar o botão número "**1**" que aparecerá no monitor para autorizar a calibração do equipamento.

4. Pressionar a opção "**E-CAL**" para ativar a calibração pretendida.



5. Garantir o início da calibração do sinal eléctrico, carregando no botão "**YES**".





6. Esperar cerca de 30 segundos, até aparecer novamente o menu "**SYSTEM**", sinal de que já foi realizada a calibração e o dinamómetro está pronto para realizar o ensaio de tração ao alumínio.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFIX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 3/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

5.2.2 Posicionamento do provete no equipamento

Colocar o provete no equipamento de maneira a que o acoplamento do dinamómetro seja fixado nos traços exteriores assinalados no provete no ponto 5.1, para que o eixo longitudinal do provete coincida com a direção da força de tração, como está representado na Figura 4.

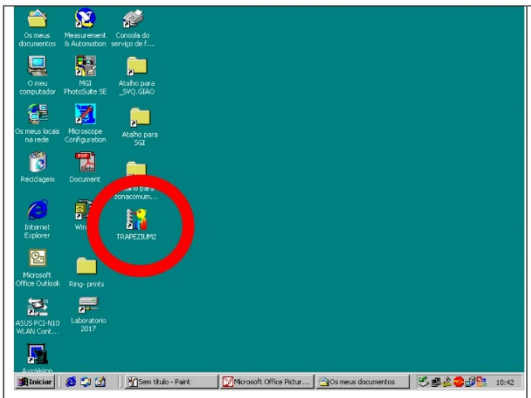
Antes de ligar o dinamómetro, verificar se os limites de segurança e emergência estão bem estabelecidos.



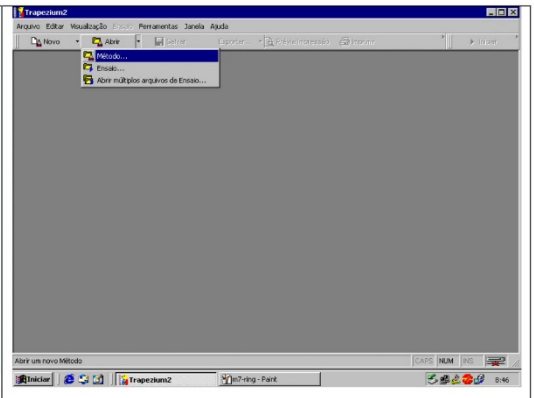
Figura 4 – Posicionamento do provete no dinamómetro

5.2.3 Teste da amostra

Depois de colocar a amostra no dinamómetro, para se iniciar o ensaio deve-se abrir o software e seguir os passos conforme as seguintes imagens:



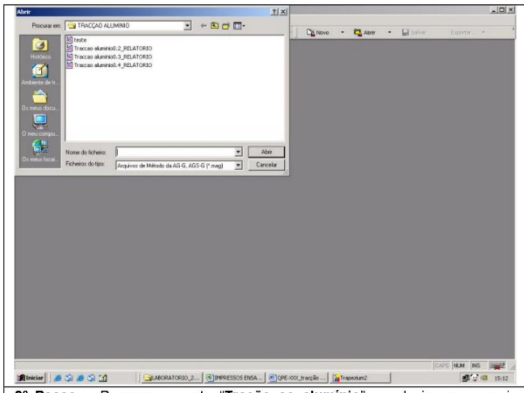
1º Passo – Procurar no ambiente de trabalho o ícone chamado "**trapezium**" e clicar.



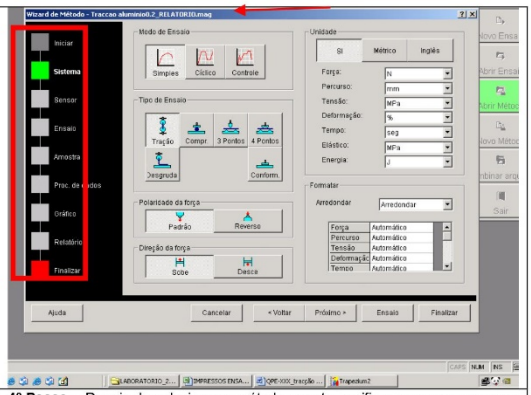
2º Passo – Clicar na opção "**abrir**", e posteriormente na opção "**métodos**", como está ilustrado na figura.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

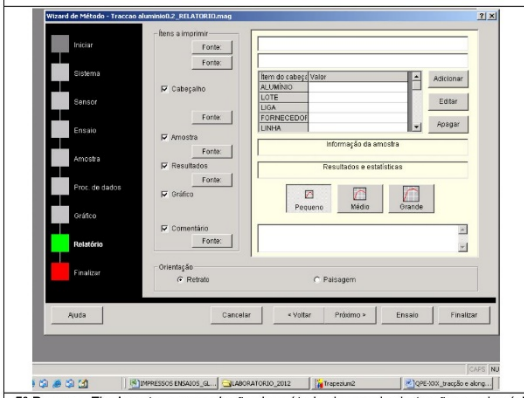
DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 4/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

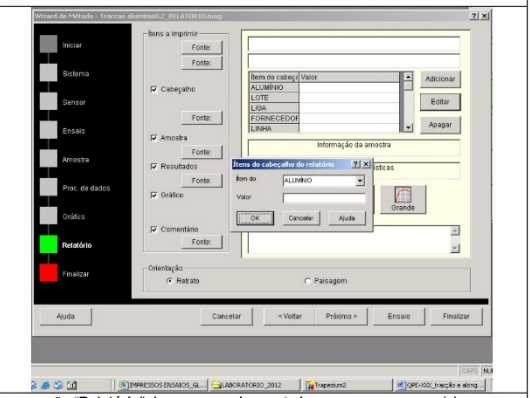


3º Passo – Procurar a pasta "**Tração ao alumínio**" e selecionar o ensaio correspondente. Ter em atenção a escolha do método correto indicado na ficha técnica do produto.
Consoante a espessura do alumínio, clica-se na opção adequada.
A título de exemplo, selecionou-se o método "**Tração alumínio0,2**",



4º Passo – Depois de selecionar o método correto, verificar sempre se o nome do ficheiro coincide com o nome do ensaio pretendido. Clicar de seguida na opção "**Próximo**". Para cada ponto do fluxograma assinalado a vermelho na ilustração, repete-se o mesmo procedimento, isto é, clica-se sempre em "**Próximo**", desde "**Sistema**" até "**Gráfico**", visto serem métodos pré-definidos e que se repetem de ensaio para ensaio.

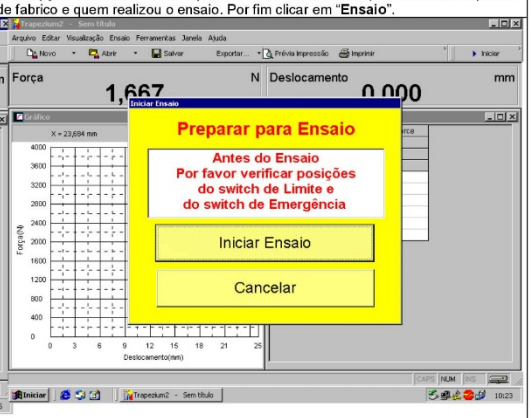




5º Passo – Finalmente, na conclusão do método de ensaio de tração ao alumínio, na opção "**Relatório**" devem preencher-se todos os campos necessários para a identificação do produto a ensaiar, desde o nome do produto, a OF, a data e hora de fabrico e quem realizou o ensaio. Por fim clicar em "**Ensaio**".



6º Passo – Definir a força do ensaio e a velocidade (V=50±5 mm/min) e clicar no lado direito do rato, selecionando a opção "para zero", tanto no lado da "**Força**" como do "**Deslocamento**", conforme representado na figura a cima.



7º Passo – Clicar no botão do canto superior direito da figura ilustrada em cima ("**iniciar**"), fazendo aparecer "**Preparar para ensaio**" como forma de precaução. Verificar se está tudo pronto/conforme para a realização do ensaio e clicar em "**iniciar ensaio**".

Nota: Realizar estes passos para todos os provetes necessários para o ensaio em questão.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

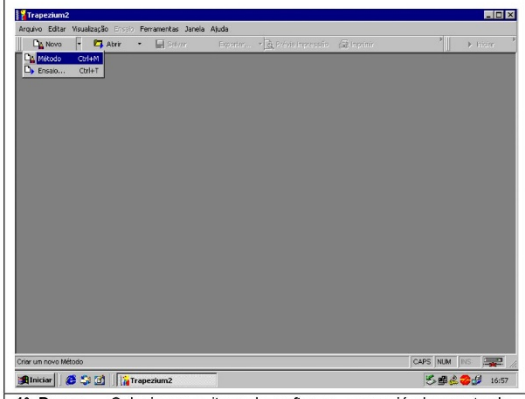
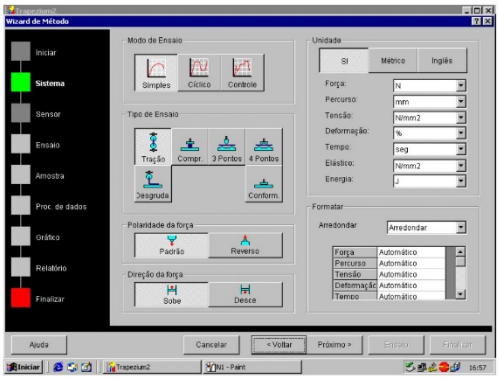
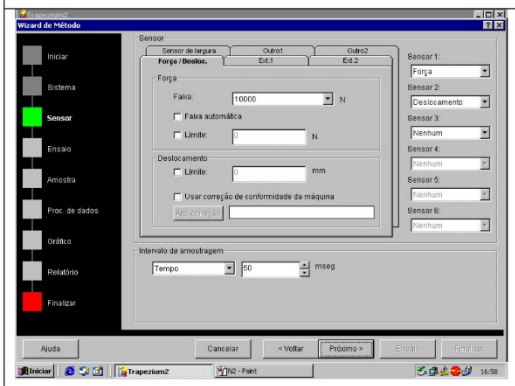
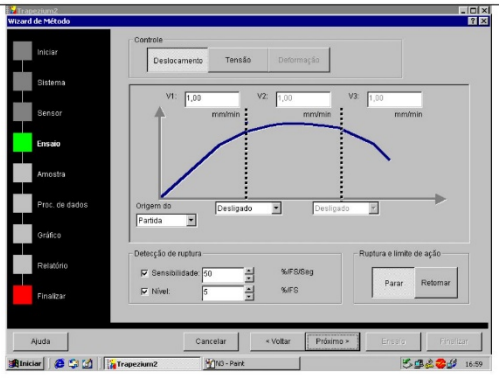
DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 5/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

6 – MÉTODOS

Consoante o tipo de ensaio e o tipo de tubo, existem métodos/características de ensaios diferentes para cada um. Quando se pretende realizar um ensaio com um produto novo, poderá ser necessário criar um novo método correspondente a esse produto.

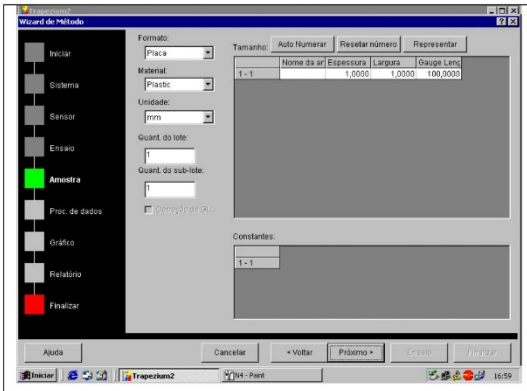
Caso esteja a ser realizado um ensaio de tração e alongamento de alumínio através de um método existente, passe diretamente para **o ponto 7 (RESULTADOS)**.

Os passos necessários à criação de novos métodos são os seguintes:

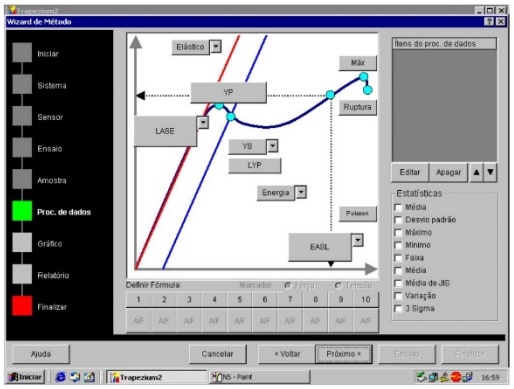
<table>
<tr>
<td>  </td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>1º Passo – Selecionar o item do software, como já demonstrado. Depois clicar na opção “Novo”, e posteriormente na opção “métodos”, como está ilustrado na figura.</td>
<td>2º Passo – Menu inicial com o fluxograma representativo de cada parte que precisa de ser preenchido, começando com “Subsistema”. Neste ponto é necessário determinar o modo de ensaio, o tipo de ensaio, a polaridade da força, a direção da força, o tipo de unidades pretendidas e o tipo de forma de exposição dos resultados. Clicar no botão “Próximo”.</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>  </td>
</tr>
<tr>
<td>3º Passo – No sensores 1 e 2 deve selecionar-se Força e Deslocamento, respetivamente.
Por uma questão de segurança, deve colocar-se o limite da força igual à capacidade da célula de carga.</td>
<td>4º Passo – No ponto “Ensaio” é importante ter em atenção o tipo de controlo que se pretende, a velocidade, o nível de deteção de rutura e a resposta do equipamento quando o limite de rutura for atingido.</td>
</tr>
</table>

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

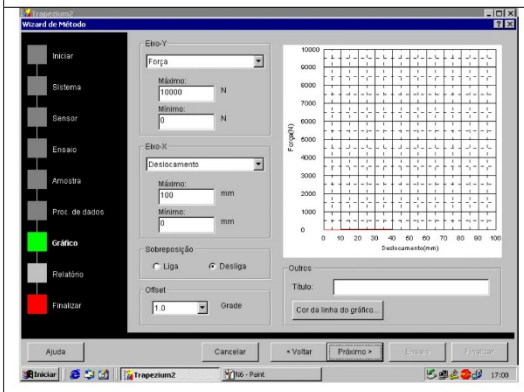
DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 6/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	



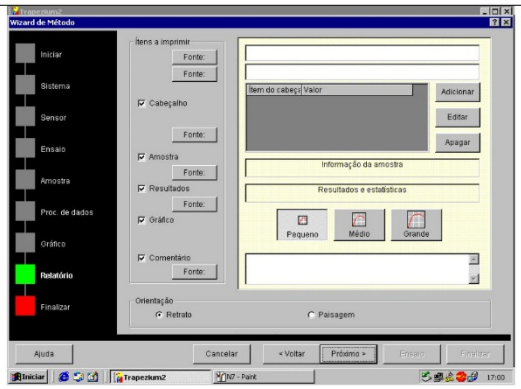
5º Passo – É necessário ter em conta o formato do provete, o tipo de material, as unidades do resultado, a espessura, a largura da amostra, entre outros, no ponto **"Amostragem"**.



6º Passo – No ponto **"Procura de dados"** decidir quais os parâmetros que precisam de ser analisados nos resultados dos ensaios desse método tais como, a média, o desvio padrão, o máximo, o mínimo, entre outros.



7º Passo – No ponto **"Gráfico"** decidir qual o tipo de eixo vertical e o seu valor máximo e mínimo, como também do eixo horizontal. Definir também o aspeto visual do gráfico.



8º Passo – Por último, no ponto **"Relatório"** indicar todas fontes necessárias e todos os pontos importantes para a identificação do provete, como a ordem de fabrico, data e hora de fabrico, linha de trabalho, nome do verificador e operador que produziu o tubo a ensaiar.

7– RESULTADOS

Depois de realizar o ensaio ao primeiro provete, retirar o provete testado do dinamómetro. Unir as duas partes do provete e medir o valor do alongamento final do provete, como está representado na figura seguinte.

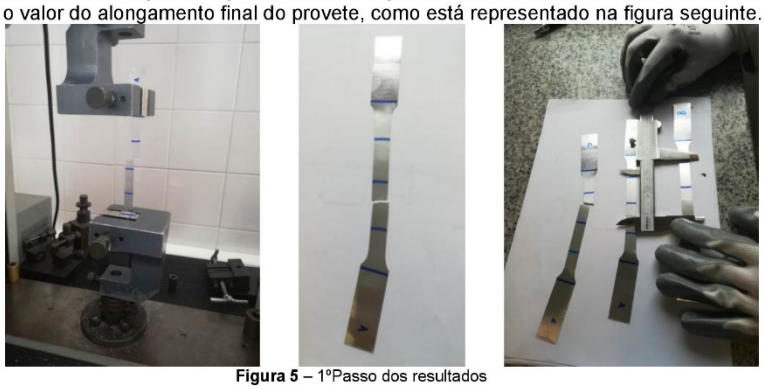


Figura 5 – 1ºPasso dos resultados

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFIX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 7/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

No fim do ensaio de cada provete, deve-se colocar, no software, o valor medido no passo anterior (janela "**ajustado",** representado na figura seguinte).
Nota: Ter em atenção como é escrito o valor na janela do software (ex.: **57.7mm (errado)**; **57,7mm (certo)**).

Sempre que se obtêm resultados anormais com algum dos provetes testados, deve repetir-se o ensaio no dobro do número de provetes.
Por exemplo: se num conjunto de 3 provetes ensaiados, 1 tem resultado anormal, o teste deve ser repetido em outros 2 provetes.

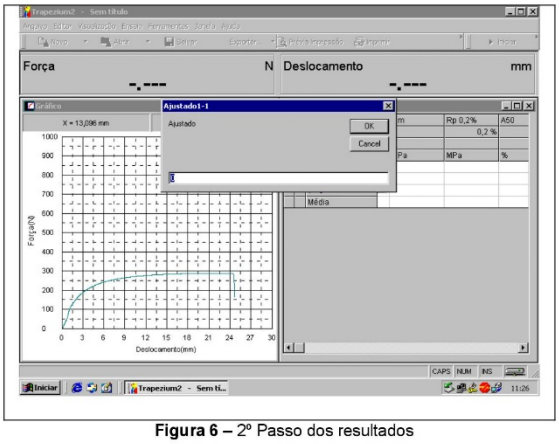


Figura 6 – 2º Passo dos resultados

Nota: É preciso ter a máxima atenção durante a realização deste ensaio, não só pela importância do ensaio, como também pelo risco do manuseamento do equipamento (dinamómetro).

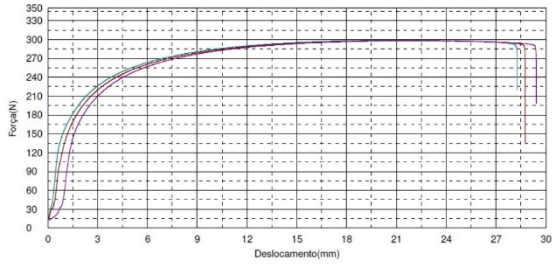
Quando o ensaio está terminado, o software gera um documento, ilustrado na figura seguinte, que indica as propriedades mecânicas testadas. Neste caso concreto: a **% do alongamento do alumínio (A50)**, a **tensão de limite elástico (Rp 0,2%)** e a **resistência à tração (Rm).**

ALUMÍNIO : 0.2X53 **LOTE :** 369962
LIGA : 8006 **FORNECEDOR :** HYDRO
LINHA : 8006 **Obs :** I.R.

Formato: Placa

	Espessura	Largura	Gauge Length
Unidades	mm	mm	mm
1 - 1	,2000	12,5000	50,0000
1 - 2	,2000	12,5000	50,0000
1 - 3	,2000	12,5000	50,0000

Nome	RM	RP 0,2%	A50	Elástico
Parâmetro		0,2 %		20, 160 N
Unidades	MPa	MPa	%	MPa
1 - 1	119,700	64,0000	25,8000	3261,41
1 - 2	119,400	64,1000	26,2000	2591,92
1 - 3	119,400	65,4000	26,2000	2672,32



Comentário

Figura 7- Exemplo de um resultado obtido do software de um ensaio de tração

Critério de aceitação: indicado pela QFM aplicável.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-049/3 Pág. 8/ 8
	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUTURA A ALUMÍNIOS	

8 – DIMENSIONAMENTO DO PROVETE

Tabela 1 – Dimensões do provete do ensaio de tração

Símbolo	Descrição	mm
L_t	Comprimento total	200 ± 2
b_o	Largura da zona recta mais estreita	12 ± 0,4
L_o	Comprimento de referência	50 ± 0,5
L_c	Distância inicial entre garras	100 ± 0,5
a_o	Espessura	A mesma do alumínio

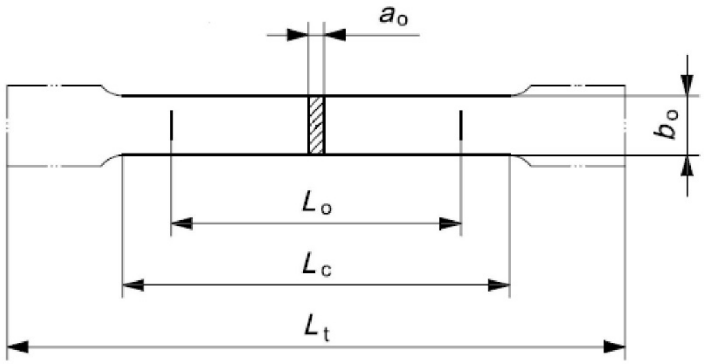


Figura 8 – Desenho técnico do provete do ensaio de tração

9 – REGISTOS

SGIRG-015 Boletins de ensaio de inspeção final.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
19.06.2019	Alexandra Pacheco/Ísis Carmo	Carla Costa

6.6 ANEXO VI – QPE da determinação de tempo de oxidação

DUOFLEX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 1/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

1 – OBJETIVO
Definir o procedimento do ensaio de determinação do tempo de indução à oxidação.

2 – ÂMBITO
São abrangidos todos os produtos e matérias-primas cujo plano de inspeção e ensaio ou QFM assim o defina.

3 – NORMALIZAÇÃO
Este ensaio é feito com base nas normas de produto e na norma de ensaio ISO 11357-6.

4 – EQUIPAMENTO E PRODUTOS UTILIZADOS
- Equipamento (calorímetro);
- Balança Analítica;
- PC e respetivo software (QSeries explorer/ Metller tolledo);
- Kit de preparação de amostras (x-ato e pinça);
- Cadinhos de alumínio;
- Garrafas de Nitrogénio e Oxigénio;

5 - MODO OPERATÓRIO
5.1 – Dimensão e forma dos provetes
Retirar uma amostra do interior do tubo a ensaiar, com a espessura de 650±100 µm com um formato plano e uniforme, utilizando o x-ato, de forma que a sua massa total seja de 15 ± 2 mg. De seguida coloca-se essa amostra no cadinho de alumínio, de maneira a que não transborde.



Figura 1 - Preparação da amostra para a realização do OIT

5.2 - Procedimento para a realização do ensaio
5.2.1 – Ligação e verificação dos gases de alimentação
Antes de iniciar-se o ensaio propriamente dito, ter em atenção se a alimentação dos gases N2 e O2 está aberta, caso não esteja proceder como está explicado na figura seguinte. Verificar sempre os rótulos das garrafas de N2 e O2.



Figura 2- Primeiro passo do procedimento – ligação das garrafas de alimentação

Nota: Verificar a pressão medida no barómetro das garrafas, para serem substituídas quando estiverem vazias.

5.2.2 - Posicionamento do cadinho no equipamento
De seguida, colocar o cadinho com a amostra no interior do calorímetro como está ilustrado na figura seguinte, e iniciar o software.

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 2/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	



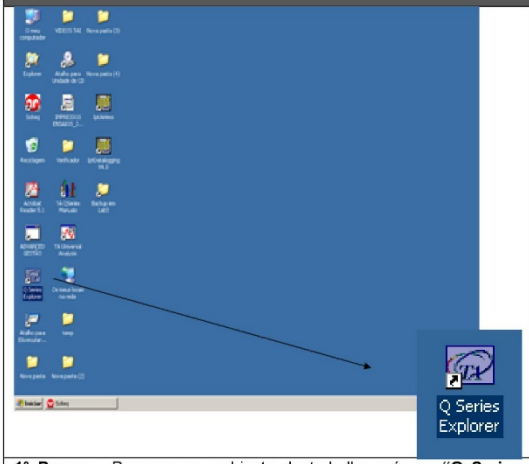
Figura 3 - Colocação da amostra no DSC Q10 series

Nota: Verificar sempre, se existe um cadinho vazio no interior do calorímetro para contrabalançar o peso do cadinho com a amostra.

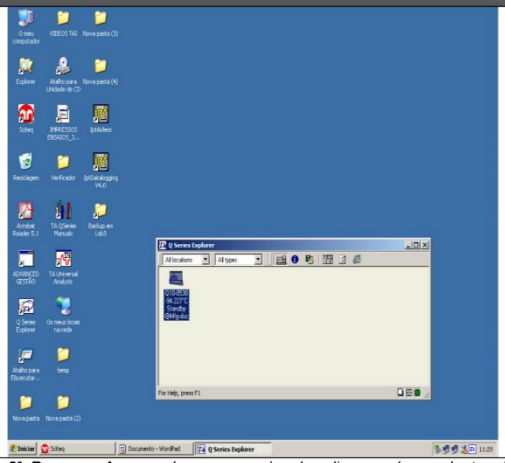
5.2.3 Software

Existem 2 softwares na empresa. Nos passos seguintes está exposto o procedimento do ensaio nos diferentes softwares.

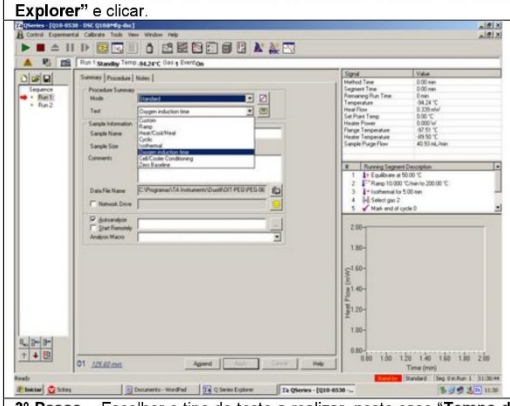
5.2.3.1 Equipamento Q Series Explorer – Procedimento de ensaio



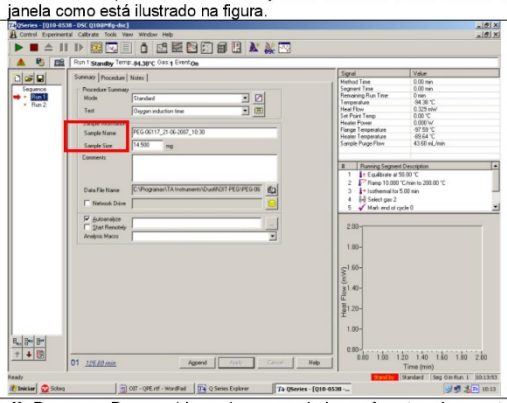
1º Passo – Procurar no ambiente de trabalho o ícone **"Q Series Explorer"** e clicar.



2º Passo – Aparecerá uma nova janela, clicar no ícone dentro da janela como está ilustrado na figura.



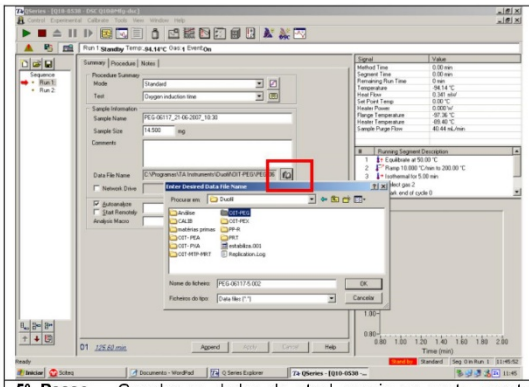
3º Passo – Escolher o tipo de teste a realizar, neste caso "**Tempo de indução à oxidação".**



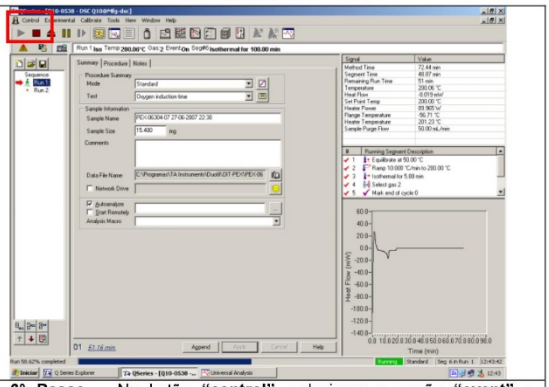
4º Passo – De seguida, colocar os dados referentes à amostra (produto, O.F., data, hora de fabrico e massa da amostra (mg)).

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 3/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

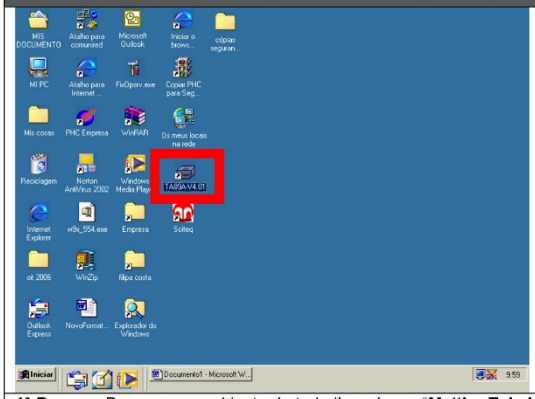


5º Passo – Guardar os dados do atual ensaio na pasta correta, identificando-a como está representado na figura.



6º Passo – No botão **"control"**, selecionar a opção **"event"** e posteriormente, clicar na opção **"on"** para estabelecer a transmissão dos gases para o calorímetro. Iniciar o ensaio no símbolo **"play"**.

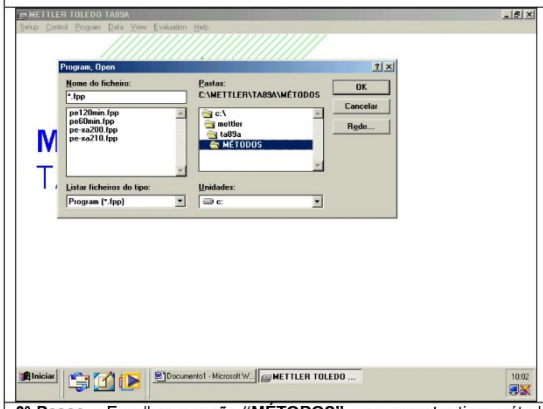
5.2.3.2 Equipamento Mettler Toledo – Procedimento de ensaio



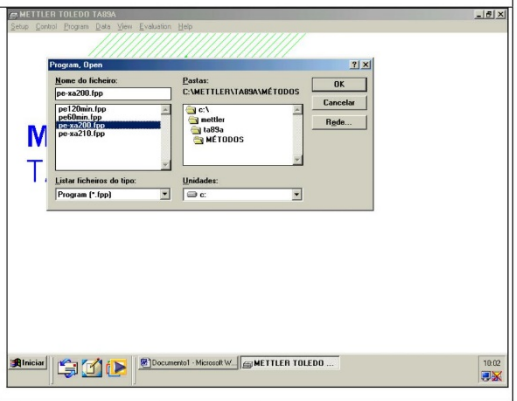
1º Passo – Procurar no ambiente de trabalho o ícone "**Mettler Toledo**" e clicar.



2º Passo – Aparecerá esta janela, clicar no ícone **"Program"** e posteriormente na opção **"Open"**.



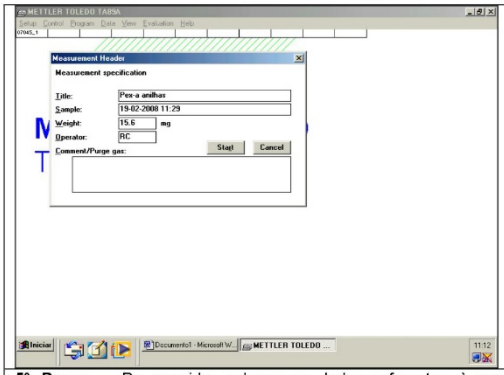
3º Passo – Escolher a opção **"MÉTODOS"**, se a amostra tiver método já predefinido pela empresa, como está ilustrado na figura.



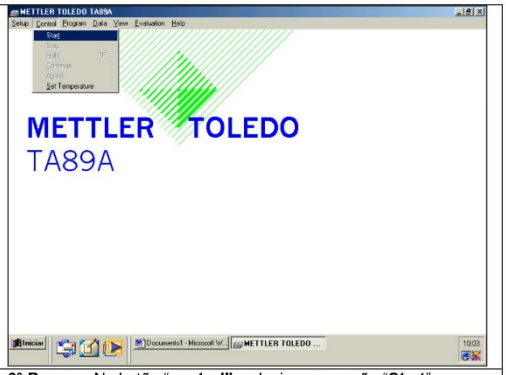
4º Passo – De seguida, consoante as opções selecionar o tipo de produto a ser ensaio. A título de exemplo escolheu-se o **"pe-xa200"**.

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 4/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	



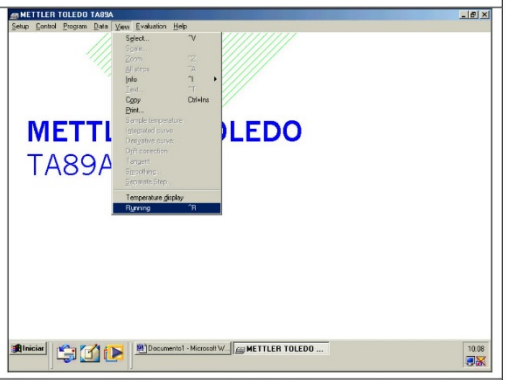
5º Passo – De seguida, colocar os dados referentes à amostra (produto, O.F., data, hora de fabrico e massa da amostra (mg)).



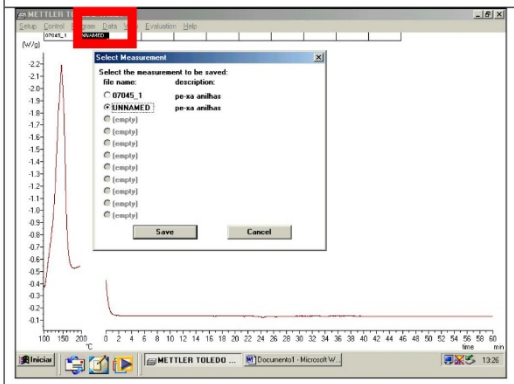
6º Passo – No botão "**control**", selecionar a opção "**Start**" .



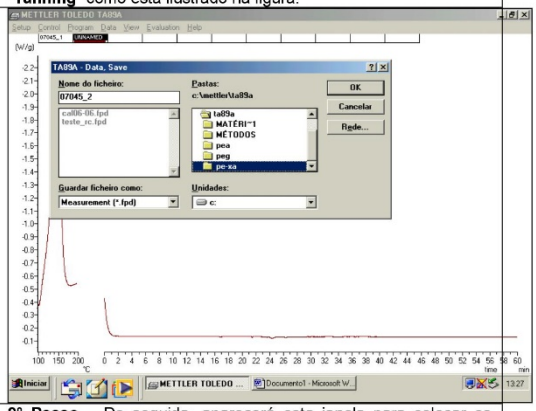
7º Passo – O software irá gerar esta janela para garantir a confirmação do início do teste. Clicar no **"OK".**



8º Passo – Selecionar a opção **"view"** para aceder visualmente ao processo de oxidação da amostra, clicando na opção **"running"** como está ilustrado na figura.



9º Passo – Depois do ensaio decorrer, clicar na opção **"Data"** e clicar no ponto **"Save as"** onde irá aparecer a janela representada em cima. Deve-se clicar na opção "**UNNAMED".**



9º Passo – De seguida, aparecerá esta janela para colocar os dados da amostra ensaiada. Quando terminado, clicar em "**OK"** e terminar o processo clicando no botão **"save".**

6 – MÉTODOS

Quando se pretende realizar um ensaio com um produto novo, poderá ser necessário criar um novo método correspondente a esse produto.

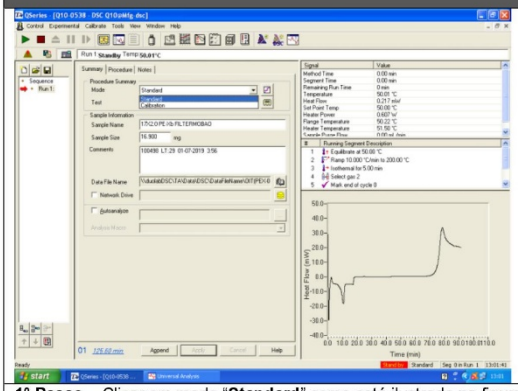
Caso esteja a ser realizado um ensaio OIT através de um método existente, passe diretamente para o **ponto 7 (RESULTADOS).**

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
30.07.2019	Alexandra Pacheco/Isis Carmo	Carla Costa

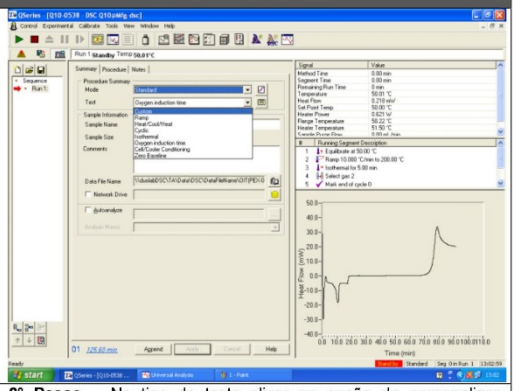
DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 5/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

Os passos necessários à criação de novos métodos são os seguintes:

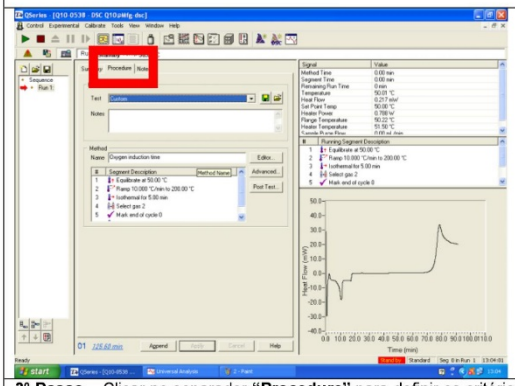
6.1 Equipamento Q Series Explorer



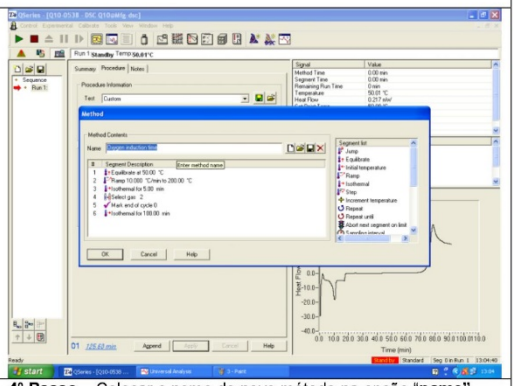
1º Passo – Clicar em modo "**Standard**" como está ilustrado na figura.



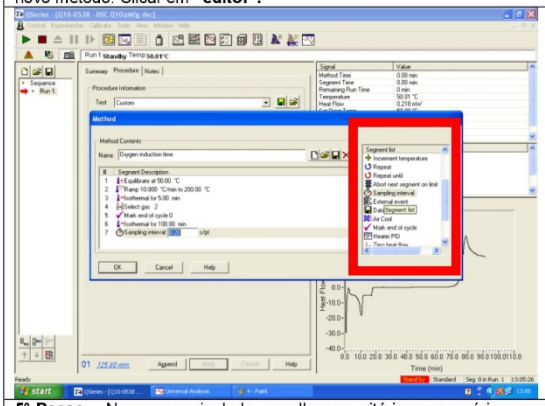
2º Passo – No tipo de teste clicar na opção de personalizar (**"custom"**).



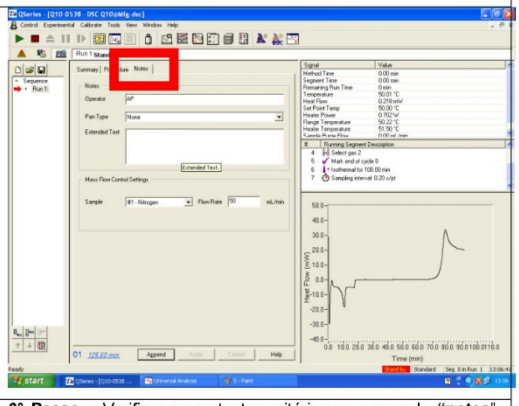
3º Passo – Clicar no separador **"Procedure"** para definir os critérios do novo método. Clicar em **"editor".**



4º Passo – Colocar o nome do novo método na opção "**name".**

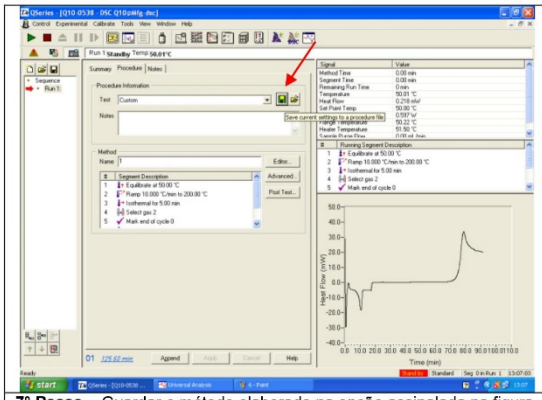


5º Passo – Na zona assinalada, escolher os critérios necessários para a realização do novo método. A título de exemplo, adicionou-se o critério de impor um intervalo de amostragem em segundos por ponto.

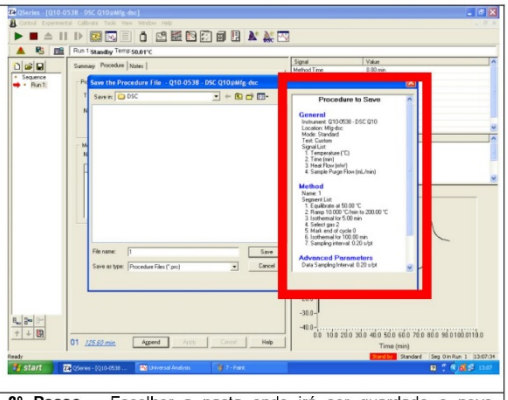


6º Passo – Verificar os restantes critérios no separado **"notes"**. Finalmente regressar ao separador **"Summary"**, quando estiver o método pronto.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
30.07.2019	Alexandra Pacheco/Isis Carmo	Carla Costa

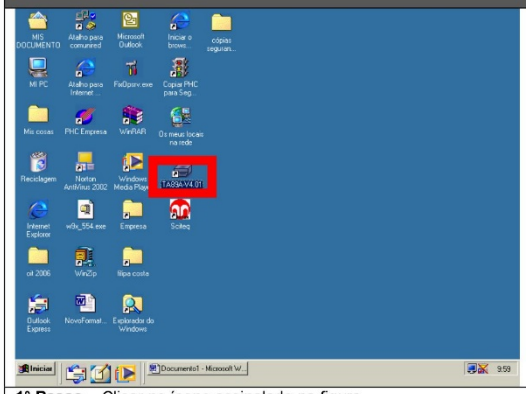


7º Passo – Guardar o método elaborado na opção assinalada na figura.



8º Passo – Escolher a pasta onde irá ser guardado o novo método. Deve-se verificar a conformidade na zona representada na figura. Os passos seguintes encontram-se no **ponto 5** do presente relatório.

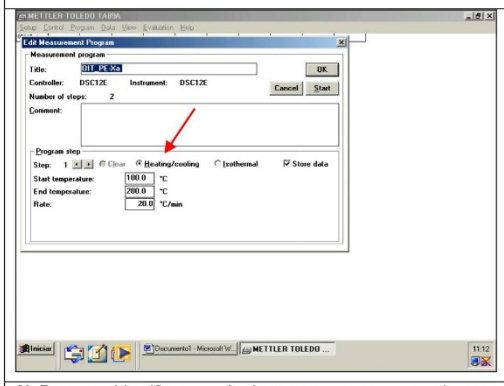
6.2 Equipamento Mettler Toledo



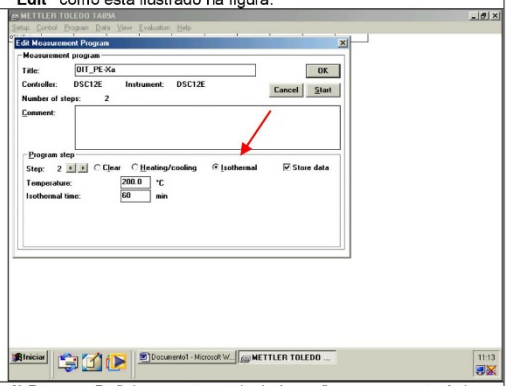
1º Passo – Clicar no ícone assinalado na figura.



2º Passo – Clicar no separador **"Program"**, selecionando a opção **"Edit"** como está ilustrado na figura.



3º Passo – Identificar o método com nome, e se precisar escrever comentários. Neste ponto, representado na figura, deve-se indicar a temperatura, os minutos de aquecimento e de arrefecimento.



4º Passo – Definir no ponto assinalado na figura as características da fase isotérmica (temperatura e duração). O novo método está finalizado, clicando na opção do OK.

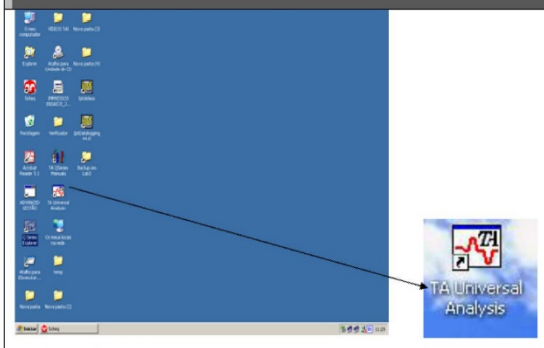
DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 7/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

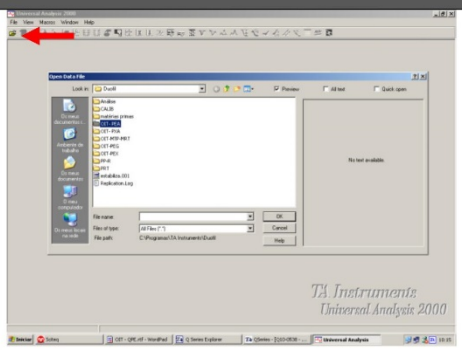
7 – RESULTADOS

O valor pretendido neste ensaio é o tempo a partir do qual a degradação da amostra, por oxidação se inicia. Este valor resulta da interseção de uma linha de base e uma tangente à curva da oxidação propriamente dita. Nos seguintes pontos estão expostos os passos necessários para a obtenção do tempo de indução à oxidação.

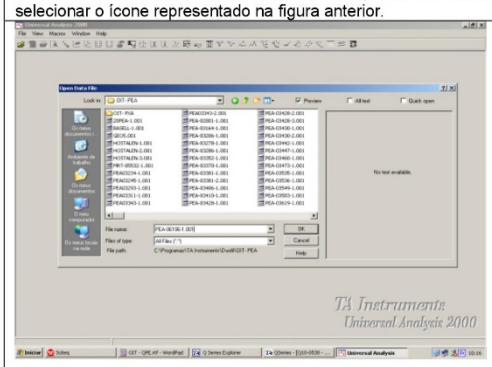
7.1 Equipamento TA – Resultados do ensaio



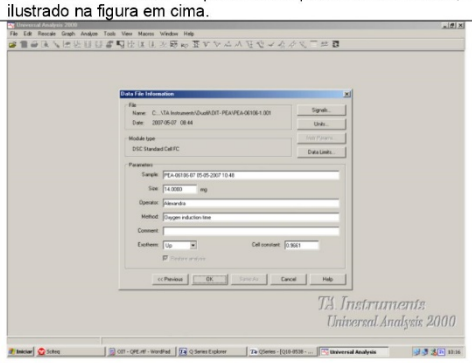
1º Passo – Quando o ensaio estiver terminado, voltar ao menu inicial e selecionar o ícone representado na figura anterior.



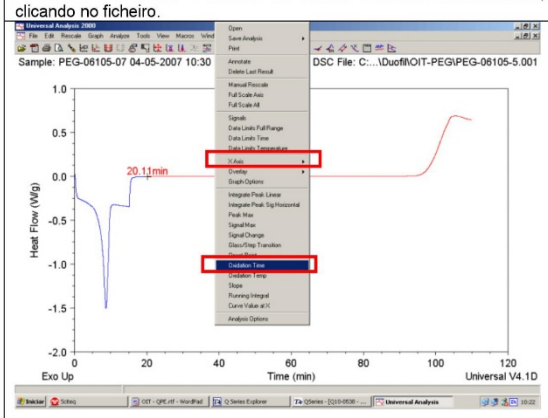
2º Passo – Procurar a pasta correspondente ao ensaio, como ilustrado na figura em cima.



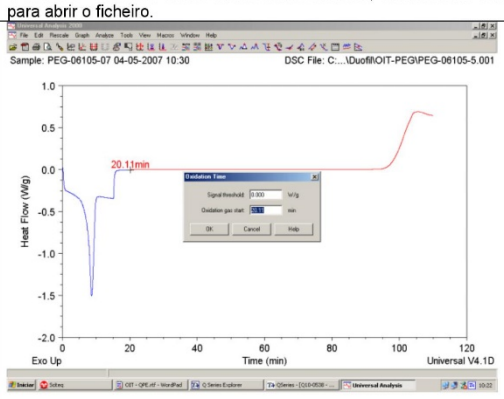
3º Passo – Procurar o ficheiro do ensaio realizado anteriormente, clicando no ficheiro.



4º Passo – Verificar se os dados estão corretos, clicando em "OK" para abrir o ficheiro.



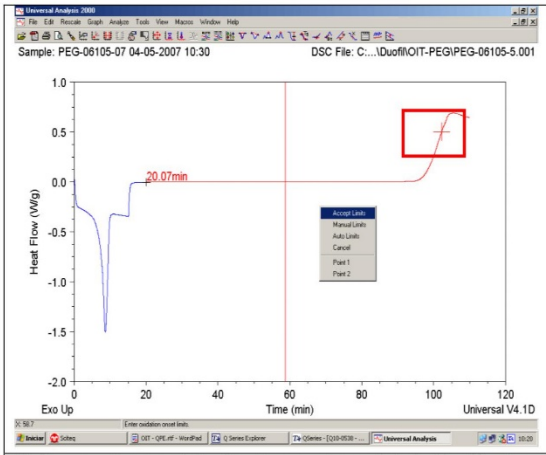
5º Passo – No botão direito do rato, selecionar a opção **"X-axis"** e clicar na opção "**Time**".
Voltar a clicar no botão direito do rato e selecionar a opção **"Oxidation time".**



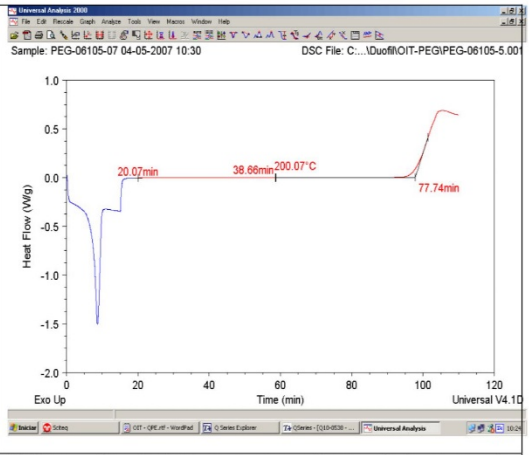
6º Passo – Depois irá aparecer esta janela, onde é preenchido 20 minutos, na opção **"oxidation gas start".** Este valor é uma segurança para obter dados fidedignos.

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 8/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

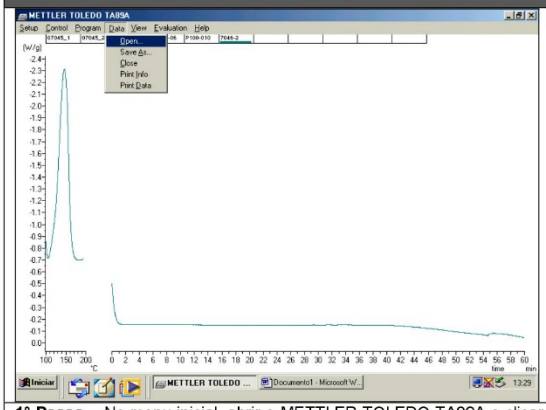


7º Passo – Com a ajuda do rato, arrastar o símbolo identificado na imagem anterior, para determinar o tempo de oxidação. O símbolo da "cruz" do lado esquerdo do gráfico, deve-se arrastar para x= 20 min e o da direita, um pouco antes do pico de oxidação para determinar o tempo limite até a amostra sofrer oxidação.
Por fim Clicar no lado direito do rato, selecionando a opção de "**Accept limits**".

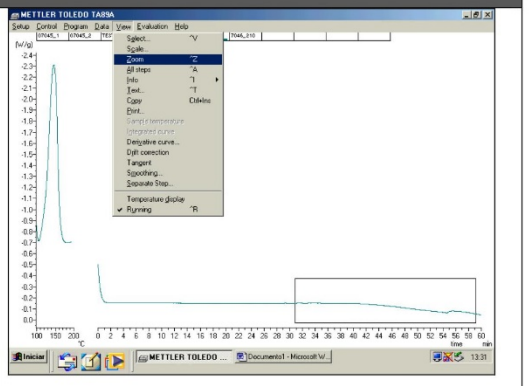


8º Passo – Depois deste processo, o software calcula o tempo de indução à oxidação do provete, como representado na figura em cima, que neste caso foi de **77.74 min.**

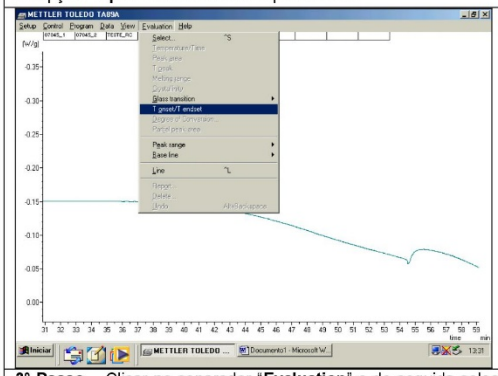
7.2 Equipamento Meller Toledo – Resultados do ensaio



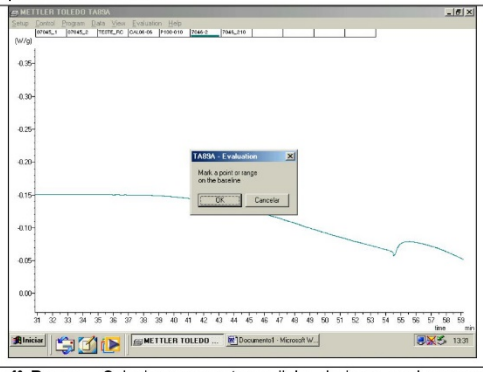
1º Passo – No menu inicial, abrir o METTLER TOLEDO TA89A e clicar na opção **"Open"** e abrir o ficheiro pretendido.



2º Passo – Clicar na opção "**View**" e selecionar a opção "**zoom**" a partir dos 20 minutos.



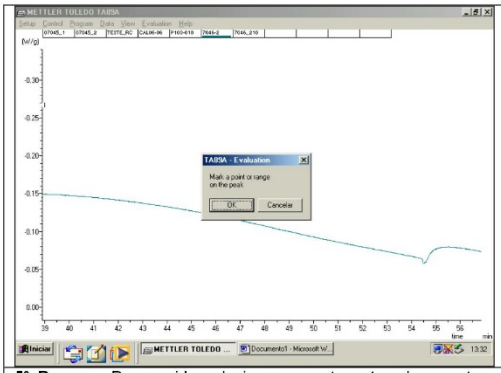
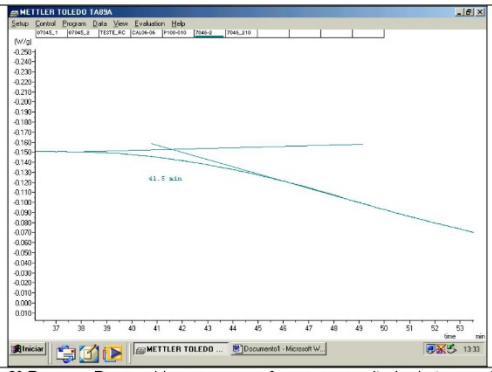
3º Passo – Clicar no separador "**Evaluation**" e de seguida seleccionar a opção "**T onset/T endset**".



4º Passo – Selecionar o ponto na linha da base, onde começa o ensaio, aproximadamente aos 20 minutos, clicando em "**OK**".

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFHL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 9/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

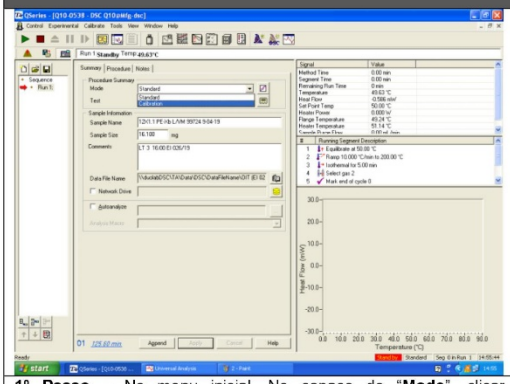
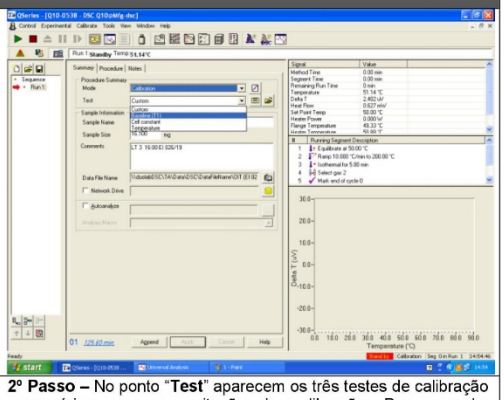
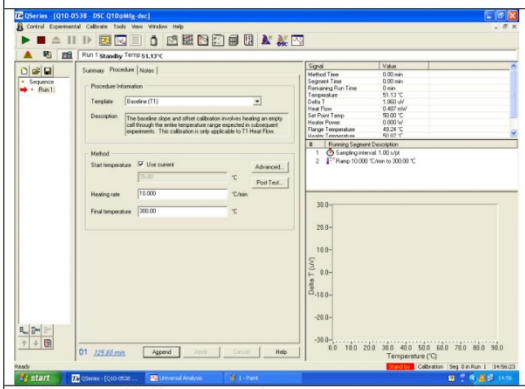
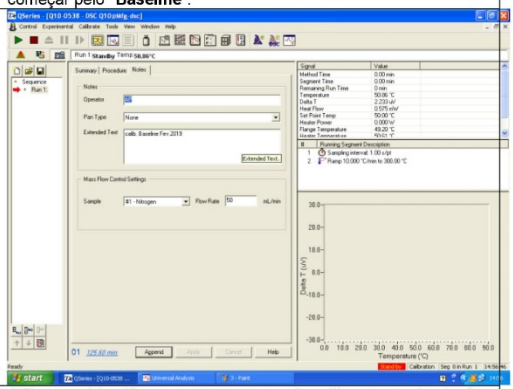
	
5º Passo – De seguida selecionar o ponto antes da amostra sofrer oxidação, o pico do gráfico. Clicar em "**OK".**	**6º Passo –** De seguida o programa fornece o resultado do tempo de indução à oxidação da amostra.

Critério de aceitação: indicado pelas normas do produto e definido nas fichas técnicas correspondentes.

8 – CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO

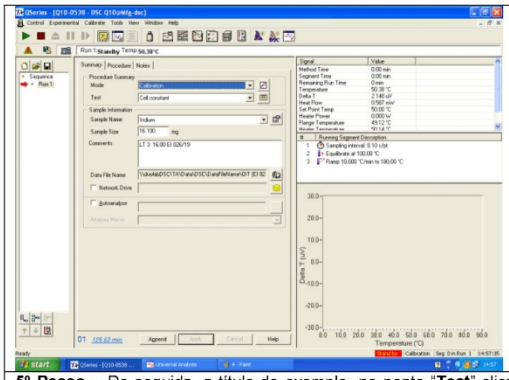
Segundo o manual de utilização do equipamento, o **DSC TA** necessita de 3 tipos de calibração: calibração à baseline, à temperatura e também à célula constante. Já no **DSC Meller Toledo**, é necessário realizar calibração a duas temperaturas diferentes. Ver passos nas tabelas seguintes.

8.1 Equipamento Q Series Explorer

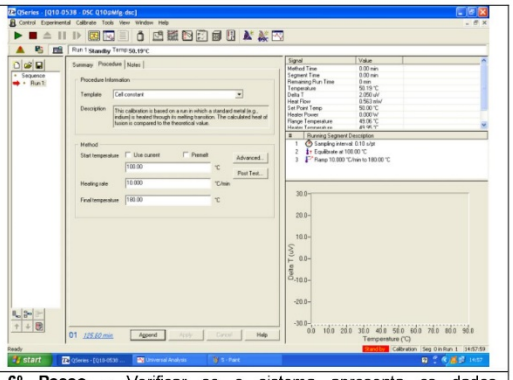
	
1º Passo – No menu inicial, No espaço do "**Mode**", clicar no "**Calibration**".	**2º Passo –** No ponto "**Test**" aparecem os três testes de calibração necessários para a aceitação da calibração. Por exemplo, começar pelo "**Baseline**".
	
3º Passo – Verificar se o sistema apresenta estes dados no "**Procedure**". No calorímetro, não colocar cadinhos.	**4ºPasso –** Identificar o autor e o nome da calibração em "**notes**". Começar a calibração.

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

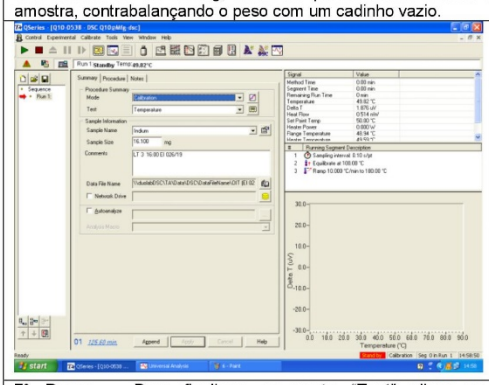
DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 10/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	



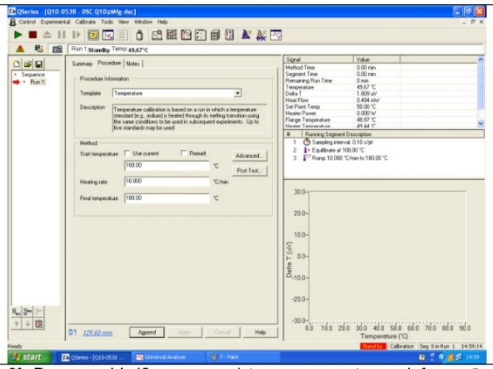
5º Passo – De seguida, a título de exemplo, no ponto "**Test**" clicar na opção "**Cell constant**". No calorímetro colocar uma amostra de Índio, com massa de 15 ±2 mg, como no procedimento normal de uma amostra, contrabalançando o peso com um cadinho vazio.



6º Passo – Verificar se o sistema apresenta os dados apresentados na figura a cima, no separador **"Procedure".** Começar a calibração constante da célula.



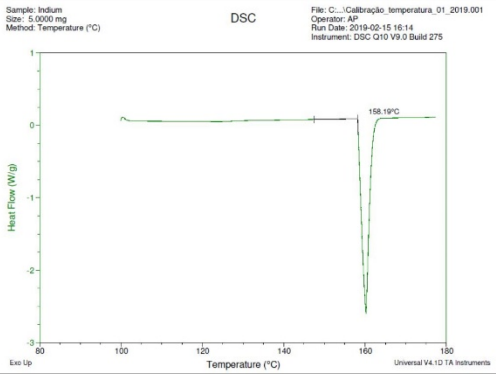
7º Passo – Para finalizar, no ponto "**Test**" clicar na opção "**Temperature**". Nesta calibração, colocar uma amostra de Índio, com massa de 15 ±2 mg, no calorímetro, como no procedimento normal de uma amostra, usando novamente um cadinho vazio, para contrabalançar o peso.



8º Passo – Verificar se o sistema apresenta as informações representadas na figura a cima no separador "**Procedure**". Identificar o autor e o nome da calibração no separador "**notes**", como nas restantes calibrações. Começar a calibração da temperatura.

9º Passo – Procurar os 3 ficheiros de resultado da calibração, seguindo os primeiros 4 passos descritos no ponto "**7 – RESULTADOS"** deste procedimento de ensaio. Analisar cada calibração.

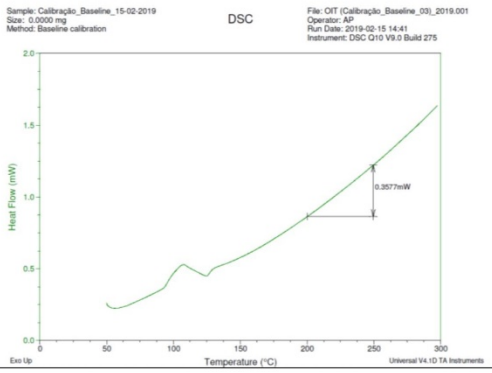
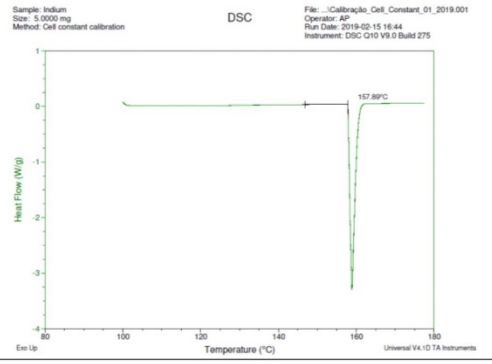
Calibração da temperatura



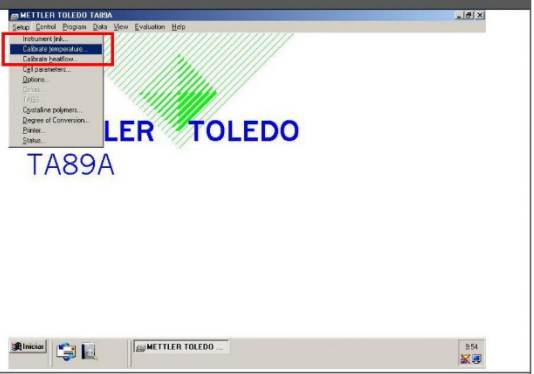
Neste tipo de calibração deve-se achar a temperatura máxima encontrada durante o ensaio antes de o fluxo de calor tomar valores negativos, como está representado na figura.

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 11/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

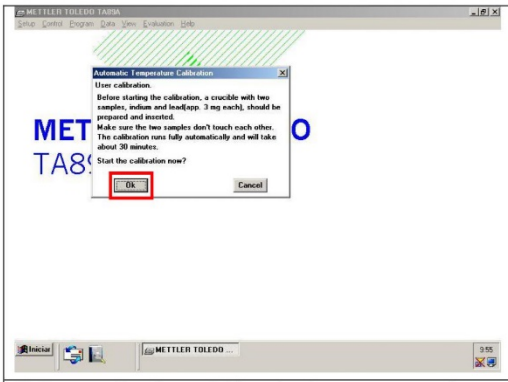
Calibração da linha de base		**Neste tipo de calibração deve-se achar o intervalo de fluxo de calor entre duas temperaturas, entre 200°C e 250°C, como está ilustrado na figura, para verificar, segundo os critérios de aceitação, o calorímetro realize a nivelação da linha de base e remeta para o valor de zero, o sinal do fluxo de calor.**
Calibração da constante da célula		**Na calibração da constante de célula deve-se achar a temperatura máxima encontrada durante o ensaio antes de o fluxo de calor tomar valores negativos, como está representado na figura, indicando o ponto de fusão.**
10º Passo – Comparar os resultados obtidos com os **critérios de aceitação exigidos na calibração.**		

8.2 Equipamento Mettler Toledo

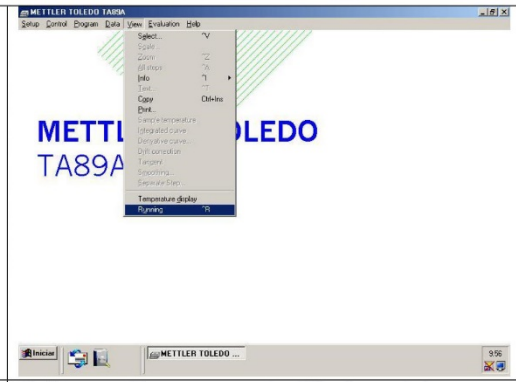
	
1º Passo – No menu inicial, clicar no separador **"Setup".**	**2º Passo –** Clicar na opção "**Calibration temperature**".

DATA: 30.07.2019	ELABORADO: Alexandra Pacheco/Isis Carmo	APROVADO: Carla Costa

DUOFH	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-012/7 Pág. 12/ 12
	TEMPO DE INDUÇÃO À OXIDAÇÃO	

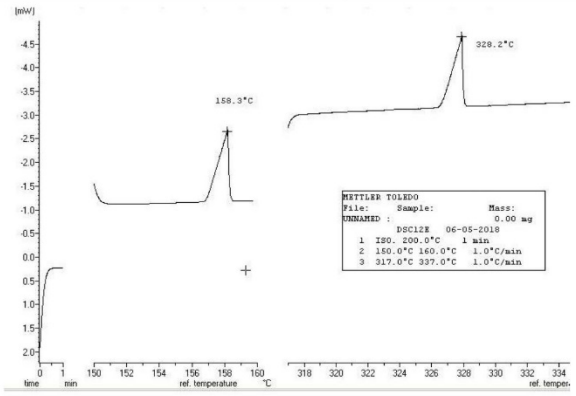


3º Passo – O software debita este alarme, para garantir que a calibração é feita de maneira correta. Garantir que as amostras necessárias para a calibração, o índio e o chumbo estão inseridas no calorímetro, com o cuidado de não apresentarem contacto físico entre elas. Clicar no **"ok".**



4º Passo – Clicar no separador **"View"** e selecionar a opção **"Running".**

Calibração da temperatura



Neste tipo de calibração deve-se achar a temperatura, quando o fluxo de calor tomar o valor mais negativo, como está representado na figura.

5º Passo – Comparar os resultados obtidos com os **critérios de aceitação exigidos na calibração.**

9 – REGISTOS

SGIRG-015 Boletins de ensaio de inspeção final
SGIRG-020 Boletim de inspeção de receção

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
30.07.2019	Alexandra Pacheco/Isis Carmo	Carla Costa

6.7 ANEXO VII – QPE de tensão residual com recurso à metiletilcetona

DUOFIX	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-053/1 Pág. 1/ 2
	Tensão residual química com MEK	

1 - OBJETIVO
Definir o procedimento do ensaio para a determinação da resistência à fratura da peça injetada.

2 - ÂMBITO
São abrangidos todos os produtos cujo plano de inspeção e ensaio assim o defina.

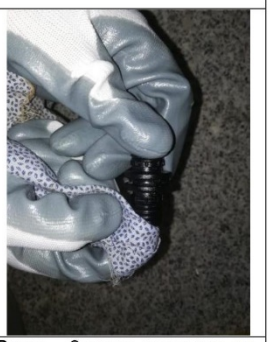
3 - NORMALIZAÇÃO
Este ensaio é inspirado em documentos de ensaios das entidades fabricantes da matéria-prima PPSU (polifenilsulfona).

4 – EQUIPAMENTO E PRODUTOS UTILIZADOS

- Gobelé;
- Pinça;
- MEK – Methyl Ethyl Ketone, em português metiletilcetona;
- Cronómetro;
- Método de secagem das amostras (ex.: pano ou ar de pressão);
- Lupa;

5 - MODO OPERATÓRIO
Este é um ensaio exclusivo a peças injetadas em PPSU, uma vez que o objetivo é determinar a conformidade da peça injetada. O princípio do ensaio baseia-se na capacidade da metiletlcetona enfraquecer as zonas de má conceção da injeção, se existirem, e verificar o nível de tensão residual da peça. O procedimento está explicado na tabela seguinte.

Nota: Antes de usar, ver perigos associados a este produto, explícitos no fim do procedimento de ensaio

		
1º Passo – Garantir o arrefecimento total da peça até à temperatura ambiente (dependendo da espessura da parede, estar em repouso desde 15 minutos a uma hora).	**2º Passo** – Num gobelé, verter a quantidade de metietilcetona capaz de imergir a peça a ser ensaiada.	**3º Passo** – A peça necessita de estar imersa durante 1min. Controlar o tempo com a ajuda de um cronómetro.
		
4º Passo – Quando o cronómetro terminar, com a ajuda da pinça, retirar a peça da imersão.	**5º Passo** – Lavar imediatamente com água corrente fria para remover o produto químico (e interromper a reação).	**6º Passo** – Secar as peças com um pano e / ou ar de pressão.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
11.06.2019	Alexandra Pacheco / Isis Carmo	Carla Costa

DUOFIL	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-053/1 Pág. 2/ 2
	Tensão residual química com MEK	

6 – PERIGOS/CONTROLO DA EXPOSIÇÃO
Usar vestuário de proteção (**máscara**, **óculos e luvas adequadas**). Os produtos e os seus recipientes devem ser eliminados como resíduos perigosos.

- **Metiletilcetona:** Líquido e vapor facilmente inflamáveis. Provoca irritação ocular grave. Pode provocar sonolência ou vertigens por inalação. Provoca pele seca ou gretada por exposição prolongada.

Nota: Para mais informação consultar ficha de segurança de produto.

7 – RESULTADOS
Verificar se a amostra sofreu alguma fratura, se necessário utilizar uma lupa para confirmar a estabilidade da peça obtida. Ver resultados nas figuras seguintes.



Figura 1 - Acessório sem fratura



Figura 2 - Acessório com fratura

Critério de aceitação: indicado pelas fichas técnicas correspondentes.

8 – REGISTOS
SGIRG-015 Boletins de ensaio de inspeção final

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
11.06.2019	Alexandra Pacheco / Isis Carmo	Carla Costa

6.8 ANEXO VIII – QPE do controlo dimensional

DUOFIT	PROCEDIMENTOS DE ENSAIO	QPE-003/9 Pág. 1/ 3
	CONTROLO DIMENSIONAL	

1 - OBJETIVO
Definir o procedimento para controlo dimensional.

2 - ÂMBITO
Este procedimento abrange todos os produtos fabricados – tubos e acessórios.

3 - NORMALIZAÇÃO
Este ensaio é feito com base nas normas de produto.

4 - EQUIPAMENTO UTILIZADO
- Paquímetro;
- Comparador;
- Micrómetro;
- Lupa graduada;
- Circómetro;
- Balança analítica, exatidão de 1mg;
- Tesoura de corte de tubo;

5 - MODO OPERATÓRIO
5.1 Tubos
5.1.1 - Diâmetro exterior e interior médio
Utilizar um circómetro que meça diretamente o diâmetro exterior médio, ou recorrer a um paquímetro, representado nas figuras seguintes, efetuando um número de medições em vários pontos distribuídos ao longo do perímetro do tubo consoante os dados estabelecidos na tabela 1. Realizar o mesmo procedimento de medição para o diâmetro interior.

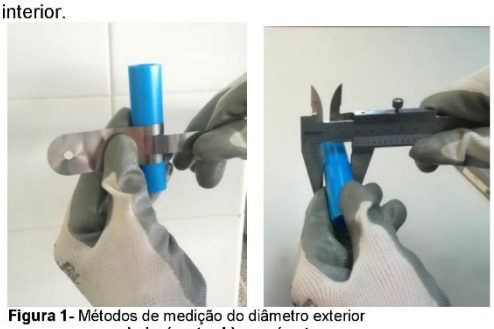


Figura 1- Métodos de medição do diâmetro exterior
a) circómetro b) paquímetro



Figura 2 – Medição do diâmetro interior com a ajuda do paquímetro.

Tabela 1 – Número de medições necessárias consoante o diâmetro nominal do tubo

Diâmetro nominal do tubo ou acessório (mm)	Nº Medições
≤ 40	4
> 40 e ≤ 600	6
> 600 e ≤ 1600	8

Realizar a média dos resultados, arredondando o valor médio (sempre por excesso) de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 - Forma de apresentar o resultado do valor médio medido

Diâmetro nominal do tubo ou acessório (mm)	Arredondar ao valor mais próximo de:
≤ 600	0,1
> 600 e ≤ 1600	0,2

5.1.2 – Espessuras máximas, mínima e média
Utilizar o comparador para medir espessuras de tubos com Ø < 25 mm (Figura 3 (a)).
Utilizar o micrómetro para medir espessuras de tubos com Ø ≥ 25 mm (Figura 3 (b)).
Quando se trata da medição da espessura de cada camada dos tubos multicamada, da espessura da lista do tubo com lista ou a espessura da barreira de oxigénio de tubos com barreira, recorre-se à lupa graduada (Figura 3 (c)).

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco / Ísis Carmo	Carla Costa



Figura 3 – Métodos de medição da espessura do tubo com (**a)Comparador, (b) Micrómetro, (c) Lupa graduada**, respetivamente.

As medidas são obtidas por rotação da amostra até encontrar o valor máximo e mínimo.
Para a determinação da espessura média, devem ser considerados, **no mínimo, 4 valores distribuídos** ao longo da secção transversal, como está explicado no esboço seguinte. O valor médio deve ser arredondado, sempre por excesso, de acordo com a tabela:

Tabela 3 - Forma de apresentar o resultado do valor médio medido

Espessura de parede (mm)	Arredondar ao valor mais próximo de:
≤ 10	0,05
>10 e ≤ 30	0,1
>30	0.1



Figura 4 – Método de medição da espessura, com recurso à rotação do tubo

5.1.3 – Ovalização

Corresponde à diferença entre o diâmetro exterior máximo e mínimo, medidos na mesma secção transversal de tubo. Deve utilizar-se um paquímetro, representado na figura seguinte.

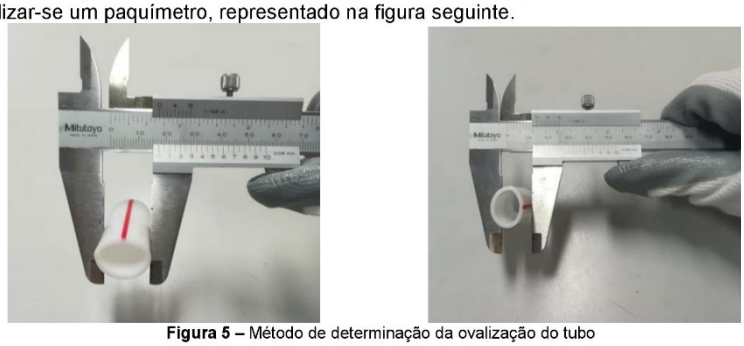


Figura 5 – Método de determinação da ovalização do tubo

5.1.4 – Comprimento do tubo

Para determinar o comprimento total de um tubo deve-se medir, no mínimo, em 3 posições separadas a intervalos regulares ao longo da sua circunferência. Com estes valores, determinar o valor médio, arredondando-o sempre por excesso, ao valor mais próximo de 1mm.
Nos casos em que o corte seja efectuado com equipamento que assegure um corte recto, é suficiente medir o comprimento numa posição.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco / Ísis Carmo	Carla Costa

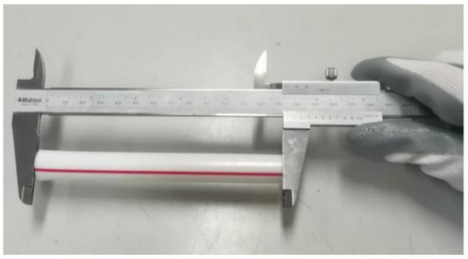


Figura 6 - Método de medição do tubo com o paquímetro

5.2 Acessórios

5.2.1 - Dimensões

O controlo dimensional dos acessórios é realizado com a ajuda do paquímetro, como está representado, um exemplo de uma união simples, na figura seguinte. Existe vários tipos de acessórios, de formas diferentes, com características e funcionalidades distintas, logo apresentam controlo dimensional diferente. Consultar o documento SGIRG-120, onde encontra-se as medições necessárias para o controlo dimensional de cada acessório.

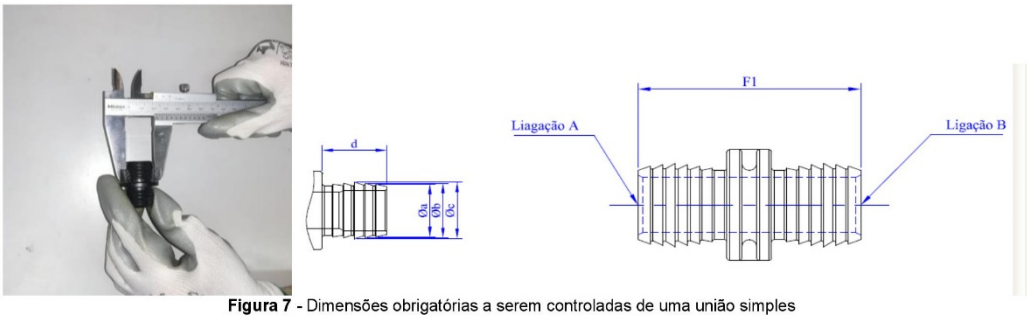


Figura 7 - Dimensões obrigatórias a serem controladas de uma união simples

5.2.2 Peso

Com ajuda da balança analítica, verificar o peso do acessório e comparar com o valor predefinido.

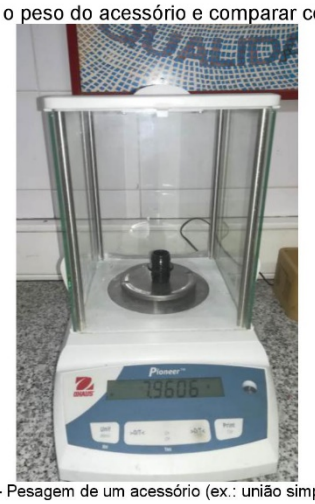


Figura 8 – Pesagem de um acessório (ex.: união simples)

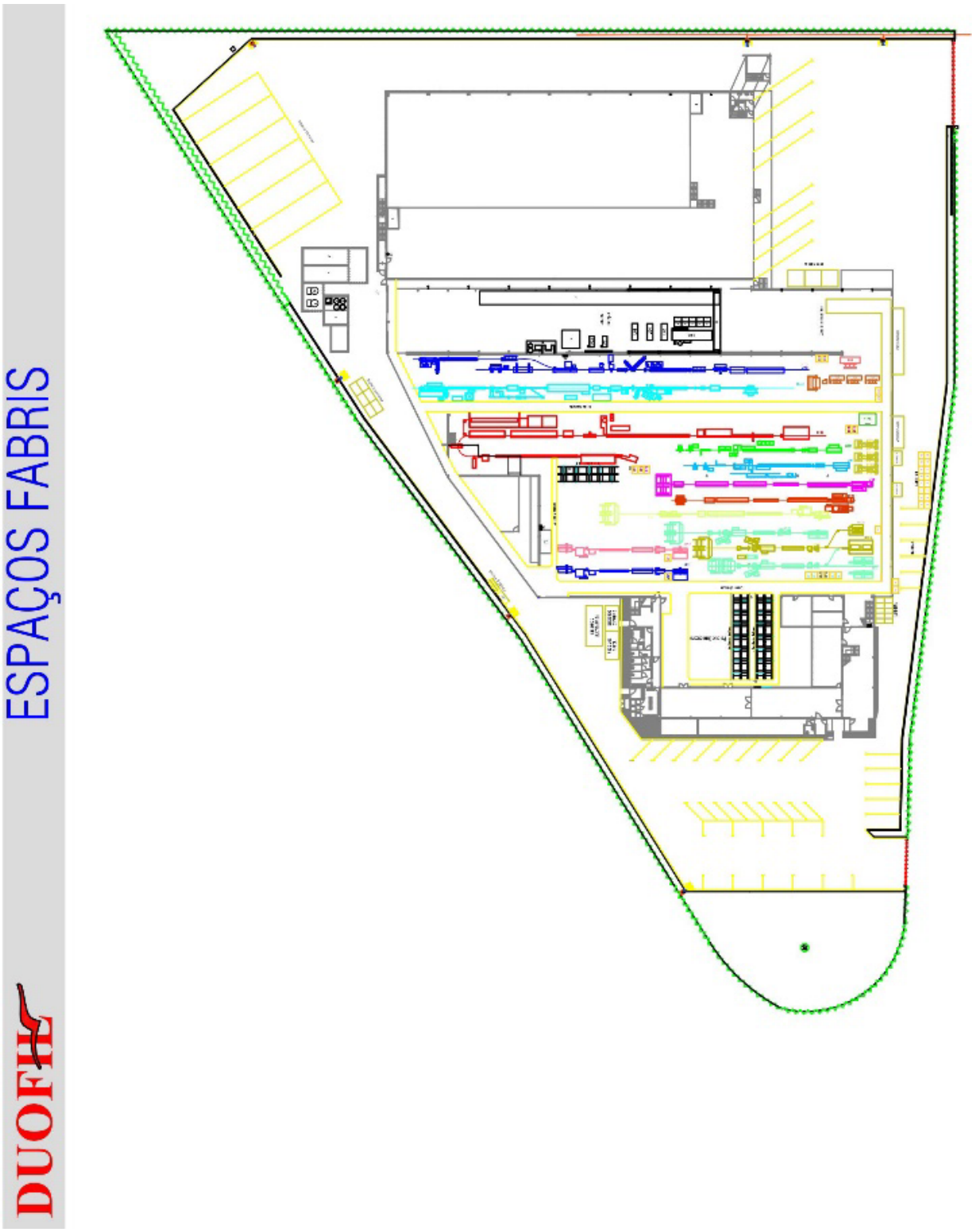
Critério de aceitação: é indicado pelas normas de cada produto – consultar os planos de inspecção e ensaio.

6 - REGISTOS

SGIRG-015 – Boletins de Ensaios.

DATA:	ELABORADO:	APROVADO:
20.05.2019	Alexandra Pacheco / Ísis Carmo	Carla Costa

6.9 ANEXO IX – *Layout* da DUOFIL



6.10 ANEXO X – Tarifário para 2019 do abastecimento de água da INDAQUA

TARIFÁRIO PARA 2019
a vigorar a partir de 1 de janeiro de 2019

INDAQUA VILA DO CONDE

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

PREÇO FIXO (Valores sujeitos a IVA à taxa legal em vigor)	diâmetro (mm)	euros/30dias
Utilizadores Domésticos e Não Domésticos*	Diâmetro 13 mm	9,9021
	Diâmetro 20 mm	12,0197
	Diâmetro 25 mm	14,1847
	Diâmetro 40 mm	15,9238
	Diâmetro 50 mm	20,1709
	Diâmetro 60 mm	27,6122
	Diâmetro 100 mm	35,0535
	Diâmetro 150 mm	67,3270
	Diâmetro>150 mm	134,6540
TARIFA VOLUMÉTRICA (Valores sujeitos a IVA à taxa legal em vigor)	**Escalões (m^3/mês)**	**euros/m^3**
Domésticos	1º Escalão - 0 a 15 m^3	1,0800
	2º Escalão - 16 a 25 m^3	1,8855
	3º Escalão - 26 a 50 m^3	3,0241
	4º Escalão - superior a 50 m^3	3,5996
Comércio e Indústria	1º Escalão - 0 a 10 m^3	2,5958
	2º Escalão - 11 a 150 m^3	3,2214
	3º Escalão - superior a 150 m^3	4,3325
Autarquias, IPSS, org. desp., confrarias, ord. relig., escolas, infantários e univ.	Escalão Único	1,0800
Outros serviços públicos estatais	Escalão Único	3,1116
Ligações provisórias	Escalão Único	4,6285
TARIFAS POR OUTROS SERVIÇOS (Valores sujeitos a IVA à taxa legal em vigor)		**euros**
Ensaio das canalizações interiores	1.º ensaio	34,2728
	2.º ensaio	42,8263
	3.º ensaio	51,4032
	seguintes	68,5219
Ligação à rede pública		10,2180
Colocação de contador		17,1188
Reaferição de contador, a pedido do Utilizador		22,6316
Transferência de contador, a pedido do Utilizador		22,6316
Restabelecimento de ligação		12,8123
TARIFA DE RAMAL (Valores sujeitos a IVA à taxa legal em vigor)		**euros**
Ramal de Ligação - 1"	Comprimento de 1m	136,5587
	Comprimento de 2m	170,6896
	Comprimento de 3m	205,5184
	Comprimento de 4m	231,8057
	Comprimento de 5m	258,0928
	Comprimento de 6m	284,3920
	Comprimento superior a 6 metros, com n metros	284,3920+28,4392x(n-6)
Ramal de Ligação - 1 1/4"	Comprimento de 1m	146,2006
	Comprimento de 2m	180,4024
	Comprimento de 3m	215,5979
	Comprimento de 4m	242,2756
	Comprimento de 5m	268,9531
	Comprimento de 6m	295,5954
	Comprimento superior a 6 metros, com n metros	295,5954+29,5595x(n-6)
Ramal de Ligação - 1 1/2"	Comprimento de 1m	159,0366
	Comprimento de 2m	193,5460
	Comprimento de 3m	229,1083
	Comprimento de 4m	256,1053
	Comprimento de 5m	283,1025
	Comprimento de 6m	310,0995
	Comprimento superior a 6 metros, com n metros	310,0995+31,0099x(n-6)
Ramal de Ligação - 2"	Comprimento de 1m	165,1056
	Comprimento de 2m	201,0466
	Comprimento de 3m	237,9810
	Comprimento de 4m	266,3860
	Comprimento de 5m	294,8500
	Comprimento de 6m	323,2195
	Comprimento superior a 6 metros, com n metros	323,2195+32,3219x(n-6)
CAUÇÕES		**euros**
Caução para religação após incumprimento **		4 x Cmm***
Caução para utilizadores não domésticos	Diâmetro<30 mm	32,9208
	Diâmetro ≥30 mm	164,6040

* Utilizadores Não Domésticos: comércio, indústria, ligações provisórias, fornecimento avulso, autarquia, estado ou organismos de utilidade pública.
** Apenas em caso de restabelecimento e desde que o consumidor opte por não pagar por transferência bancária.
*** Cmm - Encargo com o consumo médio mensal do cliente, ou de cliente com idêntica tipologia, registado nos últimos 12 meses (Despacho n.º 4186/2000 - 2.ª série).
Nota1: Serão imputados aos utilizadores em mora, os custos relativos aos encargos decorrentes do envio, por correio registado, do aviso prévio de suspensão do Serviço.
Nota 2: Será imputada aos utilizadores a Taxa de Recursos Hídricos (TRH), regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho, tendo ainda sido objeto do Despacho n.º 484/2009 do Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, publicado na 2.ª série do Diário da República, de 9 de janeiro de 2009.

6.11 ANEXO XI – Custos intermédios do ensaio de taxas de reticulação

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Nº de amostras	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	Pe-xb	2,91	0,0105	1	0,031
	Pe-xa	3,12	0,0137	1	0,043

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação	Tamanho da amostra (cm)
Tubo PE-Xb	16x1,5 Pe-xb azul	15
Tubo PE-Xa	16 x2,0 Pe-xa natural	15

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

Método x-ato

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Balança analítica	6	0,0016	1	0,0000
		Manta de aquecimento/ hotte	480		1	0,0075
		Estufa térmica	180		1	0,0056
		Iluminação	1440		1	0,0045
	Água	hotte	480	0,00144	1	0,2421

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525

Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos auxiliares	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	0,5
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	0,5
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	0,5
		X-ato	3	Unidade	12	7,89141E-06	8
		Corrente metálica	3	Unidade	36	2,63047E-06	480
		Pinça	5	Unidade	120	1,31524E-06	1,5
		Rede metálica	38 €	m2	6	0,00019991	690
		Clips	1	Caixa	6	5,26094E-06	480
	Equipamentos principais	Balança analítica	1800	Unidade	120	0,00047348	6
		Manta de aquecimento	218	Unidade	60	0,00011468	480
		hotte	1000	Unidade	120	0,00026304	480
		Balão volumétrico	43	Unidade	60	2,26221E-05	480
		Serpentina	86	Unidade	60	4,52441E-05	480
		Estufa térmica	1200	Unidade	120	0,00031565	180
		Comparador	120	Unidade	60	6,31313E-05	1
	Solv	Xilol	10	5L	4	7,89141E-05	480
		Antioxidante	64	100 g	24	8,41751E-05	480

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equipam	Balança analítica	85	12	0,00022
		Estufa térmica	205	12	0,00053
		comparador	26	12	6,83923E-05

Método micrótomo

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos auxiliares	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	0,5
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	0,5
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	0,5
		Corrente metálica	3	Unidade	36	2,63047E-06	480
		Pinça	5	Unidade	120	1,31524E-06	1,5
		Rede metálica	38 €	m2	6	0,00019991	690
		Clips	1	Caixa	6	5,26094E-06	480
	Equipamentos principais	Balança analítica	1800	Unidade	120	0,00047348	6
		Manta de aquecimento	218	Unidade	60	0,00011468	480
		hotte	1000	Unidade	120	0,00026304	480
		Balão volumétrico	43	Unidade	60	2,26221E-05	480
		Serpentina	86	Unidade	60	4,52441E-05	480
		Estufa térmica	1200	Unidade	120	0,00031565	180
		Micrótomo	5000	Unidade	120	0,001315236	4
	Solvent	Xilol	10	5L	4	7,89141E-05	480
		Antioxidante	64	100 g	24	8,41751E-05	480

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	**Eletricidade**	Balança analítica	6	0,0016	1	0,0000
		Manta de aquecimento/ hotte	480		1	0,0075
		Estufa térmica	180		1	0,0056
		Micrótomo	4		1	1,88246E-05
		Iluminação	1440		1	0,0045
	Água	hotte	480	0,00144	1	0,2421

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equi	Balança analítica	85	12	0,00022
		Estufa térmica	205	12	0,00053

Método da fresa

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos auxiliares	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	0,5
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	0,5
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	0,5
		Corrente metálica	3	Unidade	36	2,63047E-06	480
		Pinça	5	Unidade	120	1,31524E-06	1,5
		Rede metálica	38	m2	6	0,00019991	690
		Acoplamento da fresa	10	Unidade	36	8,76824E-06	5
		Clips	1	Caixa	6	5,26094E-06	480
	Equipamentos principais	Balança analítica	1800	Unidade	120	0,00047348	6
		Manta de aquecimento	218	Unidade	60	0,00011468	480
		hotte	1000	Unidade	120	0,00026304	480
		Balão volumétrico	43	Unidade	60	2,26221E-05	480
		Serpentina	86	Unidade	60	4,52441E-05	480
		Estufa térmica	1200	Unidade	120	0,00031565	180
	Solvent	Xilol	10	5L	4	7,89141E-05	480
		Antioxidante	64	100 g	24	8,41751E-05	480

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	**Eletricidade**	Balança analítica	6	0,0016	1	0,0000
		Manta de aquecimento/ hotte	480		1	0,0075
		Estufa térmica	180		1	0,0056
		Iluminação	1440		1	0,0045
	Água	hotte	480	0,00144	1	0,2421

	Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
Equi	Balança analítica	85	12	0,00022
	Estufa térmica	205	12	0,00053

6.12 ANEXO XII – Custos intermédios do ensaio do *PEELING*

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	MRT	2,783	0,0206	0,0573298

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação	Tamanho da amostra (cm)
Tubo MRT	16X2,0 SOMATHERM	20

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Dinamómetro + software + computador	20	0,0016	1	0,0016
		Iluminação	1440		1	0,004518

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525
Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos auxiliares	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	1
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	1
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	1
		Serra metálica	5	Unidade	6	2,63047E-05	12
		Marcador	2	Unidade	3	2,10438E-05	1
		Acoplamento do dinamómetro	1000	Unidade	120	0,000263047	20
	Equipament	Dinamómetro + software	36000	Unidade	300	0,003787879	20
		Computador	500	Unidade	60	0,000263047	20
		Paquímetro	30	Unidade	36	2,63047E-05	1

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equipam	Dinamómetro + software	395	12	0,00104
		Paquímetro	16	12	4,20875E-05

6.13 ANEXO XIII – Custos intermédios do ensaio do *RING*

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	MRT	2,783	0,0361	0,1004663

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação	Tamanho da amostra (cm)
Tubo MRT	16X2,0 SOMATHERM	35

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Dinamómetro + software + computador	20	0,0016	1	0,0016
		Iluminação	1440		1	0,004518

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525
Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	3
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	1
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	1
		Marcador	2	Unidade	3	2,10438E-05	1
		Acoplamento do dinamómetro	1000	Unidade	120	0,000263047	20
	Equipament	Dinamómetro + software	36000	Unidade	300	0,003787879	20
		Computador	500	Unidade	60	0,000263047	20
		Paquímetro	30	Unidade	36	2,63047E-05	4

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equipam	Dinamómetro + software	395	12	0,00104
		Paquímetro	16	12	4,20875E-05

6.14 ANEXO XIV – Custos intermédios do ensaio de alongamento à tração do alumínio

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	Alumínio	3,1	0,003888	0,0120528

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação	Densidade (g/cm3)	Espessura (cm)	Comprimento (cm)	Largura (cm)
ALUMÍNIO	0,2 x 53 ALERIS	2,7	0,02	20	1,2

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Dinamómetro + software + computador	20	0,0016	1	0,0016
		Máquina de corte pneumático	7		1	1,0981E-05
		Iluminação	1440		1	0,004518

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525
Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos auxiliares	Máquina de corte pneumático	1600	Unidade	240	0,000210438	7
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	2
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	2
		Marcador	2	Unidade	3	2,10438E-05	2
		Acoplamento do dinamómetro	1000	Unidade	120	0,000263047	20
	Equipament	Dinamómetro + software	36000	Unidade	300	0,003787879	20
		Computador	500	Unidade	60	0,000263047	20
		Paquímetro	30	Unidade	36	2,63047E-05	4

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equipamentos	Dinamómetro + software	395	12	0,00104
		Máquina de corte pneumático	60	12	0,00016
		Paquímetro	16	12	4,20875E-05

6.15 ANEXO XV – Custos intermédios do ensaio de determinação do tempo de indução à oxidação

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Nº de amostras	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	Pe-xb	2,91	0,0035	1	0,010185
	Pe-xa	3,12	0,0045	1	0,01404
	MRT	2,783	0,0068	1	0,0189244

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação	Tamanho da amostra (cm)
Tubo PE-Xb	16x1,5 Pe-xb azul	5
Tubo PE-Xa	16 x2,0 Pe-xa natural	5
Tubo MRT	16X2,0 SOMATHERM	5

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Balança analítica	6	0,0016	1	2,82369E-05
		Calorímetro - DSC - software+ computador	120		1	0,00376
		Iluminação	1440		1	0,004518

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525

Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equipamentos	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	0,5
		Folhas brancas	2,4	Resma	3	2,52525E-05	0,5
		Canetas	1	Unidade	1	3,15657E-05	0,5
		Pinça	5	Unidade	120	1,31524E-06	1,5
		Cadinhos	236	400 Unidades	18	0,000413861	2
	Equipament	Balança analítica	1800	Unidade	120	0,000473485	6
		Calorímetro - DSC - Software	30000	Unidade	240	0,003945707	120
		Computador	500	Unidade	60	0,000263047	120
	Solv	Azoto	8	4m3	4	6,31313E-05	120
		Oxigénio	7	4m3	4	5,52399E-05	120

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equipamento	Balança analítica	85	12	0,00022359
		Calorímetro - DSC - software	25	12	6,57618E-05

6.16 ANEXO XVI – Custos intermédios do ensaio da determinação residual com recurso à metietilcetona

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	PPSU	60	0,01233	0,7398

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação
Acessório	BOXER

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Iluminação	1440	0,0016	1	0,004518

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525
Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos	Equi	Pinça	5	Unidade	36	4,38412E-06	1
		Gobelé	5	Unidade	240	6,57618E-07	4
	E	Cronómetro	8	Unidade	60	4,20875E-06	1
	S	Metiletilcetona	50	5L	24	6,57618E-05	4

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Eq	Cronómetro	40	12	0,000105219

6.17 ANEXO XVII – Custos intermédios do ensaio da resistência à pressão interior

1. Custos variáveis	Matéria-prima (amostras)	Preço unitário (€/kg)	Quantidade usada (kg)	Nº de amostras	Custo por ensaio (€)
1.1. Custo de matéria-prima	Pe-xb	2,91	0,021	1	0,06111
	Pe-xa	3,12	0,027	1	0,08424
	MRT	2,783	0,0408	1	0,1135464

1.1.1 PRESSUPOSTOS	Identificação	Tamanho da amostra (cm)
Tubo PE-Xb	16x1,5 Pe-xb azul	30
Tubo PE-Xa	16 x2,0 Pe-xa natural	30
Tubo MRT	16X2,0 SOMATHERM	30

2.1.1 PRESSUPOSTOS (mão-de-obra)	Valores
Percentagem fixa de mão-de-obra direta	2,3
Percentagem fixa de mão-de-obra indireta	2,05

		Equipamentos	Tempo de uso (min)	Preço unitário (€/min)	Nº de amostras	Custo por ensaio
1.2 Custo energético	Eletricidade	Estações de pressão	9960	0,0016	1	0,0000
		Tanque	9960		1	0,0075
		Iluminação	1440		1	0,0045
	Água	Tanque	9960	0,00144	1	0,01435
		Estações pressão	9960		1	1,4354

1.2.1 PRESSUPOSTOS	Valores
Custo de eletricidade 2018 da DUOFIL (€/mês)	2334,25
Estimativa de gasto de eletricidade do laboratório (%)	3%
Custo de água 2018 da DUOFIL (€/mês)	1286,7525

Débito volumétrico de Água 2019 da DUOFIL (m3/mês)	297
Estimativa de gasto de água do laboratório (%)	5%
Tarifa de água da INDAQUA (€/m3)	4,3325

		Equipamentos	Preço inicial (€)	Preço por:	Duração do equipamento (meses)	Preço amortizado (€/min)	Tempo de uso p/ ensaio (min)
2.2.custos indiretos	Equi	Tesoura de corte	15	Unidade	12	3,94571E-05	0,5
		Chave de fendas	3	Unidade	36	2,63047E-06	10
	Equipamentos principais	Acessórios	0,1667	Unidade	6	8,76824E-07	9960
		Estações pressão	2200	15 Estações	240	0,000289352	9960
		Computador+ software	500	Unidade	60	0,000263047	9960
		Tanque	20000	Unidade	120	0,005260943	9960
		Bichas	40	Unidade	12	0,000105219	9960

		Equipamentos	Preço das calibrações (preço + transporte)	Duração das calibrações (meses)	Preço das calibrações de equipamentos (€/min)
	Equip	Estações pressão	85	12	0,00022359
		Tanque	110	12	0,000289352