

MESG
MESTRADO EM ENGENHARIA
DE SERVIÇOS E GESTÃO

**Sistema de informação para troca de certificados de calibração
digitais**

Ana Margarida Rocha Cardoso

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Carlos Bragança

Orientador no INEGI: Engenheiro Miguel Marques



2018-06-29

Aos de sempre, para sempre

Resumo

Em plena era digital e entrada no futuro da Indústria 4.0, os resultados de calibração continuam ligados a formatos impressos e à transcrição manual. Todos os dias laboratórios de calibração emitem certificados em arquivos PDF assinados digitalmente, continuando muitos a utilizar o método de cópias assinadas com apenas uma edição, obrigando à transcrição de resultados e possibilitando o erro.

Com o propósito de manter a competitividade, evitando ficar estagnados numa comunicação rudimentar e mantendo-se na vanguarda da inovação e do mercado, é emergente a adaptação dos laboratórios de ensaios e calibração a novas abordagens que lhes permitam tirar verdadeiro proveito dos avanços tecnológicos à semelhança do que já acontece noutros países, como a Alemanha ou os Estados Unidos da América. É este um dos objetivos deste projeto, através da estruturação da informação e especificação de um sistema de informação para troca de certificados de calibração digitais.

Entende-se como certificados digitais, não apenas a transformação do formato físico para o digital, mas sim a aplicação do verdadeiro conceito de digitalização, isto é, o recurso às tecnologias digitais para mudar um modelo de negócio e fornecer novas oportunidades de valor.

Nesse sentido, é necessário, num primeiro passo, definir uma estrutura de informação comum para que deixem de ser criadas soluções individuais distintas de caso para caso e possa ser estabelecido um formato único e universal de troca de informação entre as diferentes entidades envolvidas. Esse formato deve ser definido com rigor, devendo por isso, a especificação realizada respeitar as normas de regulamentação essenciais para a temática, como a ISO 17025:2017, Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração. O formato a definir deve, ainda, ter em conta trabalhos semelhantes já desenvolvidas, como a VDI/VDE 2623. Não esquecendo a realidade concreta dos laboratórios de calibração e a preocupação, que deve ser constante, de uniformização de linguagens. Depois de definida a especificação desta estrutura de dados, a sua implementação deverá ser feita utilizando um *standard* de comunicações de modo a facilitar a comunicação entre diferentes laboratórios ou departamentos, ou mesmo, entre diferentes sistemas ou formatos.

Para além da facilidade na troca de resultados de calibração, o desenvolvimento futuro de um sistema de informação para troca de certificados de calibração digitais permitirá aos clientes receber e analisar certificados rapidamente, reduzindo os tempos de execução e os custos associados ao processo de confirmação metrológica bem como, evitar erros humanos e possíveis consequências que daí poderiam advir.

An Information System for the exchange of digitalized calibration certificates

Abstract

In the height of digital age and entry into the future of industry 4.0, calibration results remain tied to printed formats and manual transcription. Every day calibration labs issue certificates in digitally signed PDF files, many of which still use the hand signed copies method with only one edition, forcing the transcription of results and making the error possible.

In order to maintain competitiveness, by avoiding to be stagnant in a rudimentary communication and staying at the forefront of innovation and the market, the adaptation of testing and calibration laboratories to new approaches has emerged to allow them to take advantage of technological advances similar to than in other countries, such as Germany or the United States of America. This is one of the goals of this project, through the structuring of the information and specification of an information system for the exchange of digital calibration certificates.

Digital certificates are understood to mean not only the transformation from the physical to the digital format, but the application of the true concept of digitalization, that is, the use of digital technologies to change a business model and provide new opportunities of value.

In this sense, it is necessary, in a first step, to define a common information structure so that different individual solutions are not created on a case-by-case basis and a single and universal format of information exchange between the different entities involved can be established. This format must be strictly defined, and therefore the specification must comply with the essential regulatory standards for the subject, such as ISO 17015: 2017, General Requirements for Competence of Testing and Calibration Laboratories. The format to be defined should also take into account similar projects already developed, such as VDI/VDE 2623. Not forgetting the concrete reality of the calibration laboratories and the constant concern about standardization of languages. Once the specification of this data structure is defined, its implementation should be done using a communications standard in order to facilitate communication between different laboratories or departments, or even between different systems or formats.

In addition to the ease of exchange of calibration results, the future development of an information system for exchanging digital calibration certificates will allow customers to receive and analyze certificates quickly, reducing the execution times and costs associated with the metrological confirmation process as well how, to avoid human errors and possible consequences that could follow.

Agradecimentos

Ao meu orientador institucional, Engenheiro Miguel Marques, pela constante disponibilidade em partilhar conhecimento e por me demonstrar que a boa disposição torna o nosso trabalho mais fácil. Aos restantes colaboradores do INEGI, que me receberam com toda a amabilidade, nomeadamente, ao Luís Mendes que despendeu o seu tempo comigo.

À Professora Lia Patrício, pelo apoio na fase inicial da dissertação, e ao Professor Carlos Bragança pela orientação nesta etapa e por todo o tempo e paciência disponibilizados.

Aos meus pais, porque queriam isto tanto como eu, e porque sempre acreditaram em mim. Por todo o amor e dedicação e por todos os esforços que fazem para que eu possa ter uma vida melhor. Ao meu irmão, que mesmo longe não deixa de se preocupar comigo e me apoiar.

À Avó que me pregou um susto muito grande, mas que me fez valorizar ainda mais o tempo em família e que passou a ser a minha companhia na escrita de fim-de-semana.

Aos amigos que me acompanharam durante estes cinco anos e que vão comigo para o resto da vida.

Aos amigos da terra, que tantas vezes ajudaram a desanuviar e que vão continuar a ser os de sempre.

Ao namorado e melhor amigo que a faculdade me deu, que acompanhou lado a lado o meu percurso e o tornou mais fácil e por todo o apoio nesta última etapa.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Contexto do projeto	1
1.2	Descrição do Problema	1
1.3	Objetivos do projeto	2
1.4	Estudo e Desenvolvimento do Projeto	2
1.5	Organização do relatório	2
2	Estado da arte	4
2.1	Metrologia	4
2.2	ISO 17025	6
2.3	Vocabulário Internacional de Metrologia	7
2.4	OGC010	8
2.5	Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional	8
2.6	Digitalização de certificados de calibração – Organizações de referência	9
2.6.1	Infraestrutura de Informação de Medição	9
2.6.2	Associação de Engenheiros Alemães	10
2.6.3	Fluke Corporation	10
2.7	Standards de comunicações	12
2.7.1	Linguagem de Marcação Extensível	12
2.7.2	Notação de Objetos JavaScript	12
2.7.3	Interface de Máquina Externa	13
3	Caracterização do problema	15
3.1	Apresentação da Organização	15
3.2	Conexão com referências literárias	15
3.2.1	Estrutura de informação	16
3.2.2	Especificação	19
4	Metodologia	21
4.1	Análise comparativa de abordagens existentes e fundamentação da escolha da abordagem adotada	21
4.1.1	Levantamento de requisitos	22
4.1.2	Especificação de requisitos	23
4.1.3	Validação de requisitos	24
4.1.4	Gestão de requisitos	24
4.2	Método seguido no projeto	25
5	Resultados	28
5.1	Estrutura de informação para troca de certificados de calibração digitais e especificações	28
5.1.1	Nível de topo	28
5.1.2	Nível “HeaderSection”	29
5.1.3	Nível “Laboratory”	30
5.1.4	Nível “Customer”	32
5.1.5	Nível “AccreditationOrganization”	33
5.1.6	Nível “Address”	33
5.1.7	Nível “Contacts”	34
5.1.8	Nível “TechnicalSection”	36

5.1.9	Nível “MeasuringSystem”	38
5.1.10	Nível “CalibratedDevice”	38
5.1.11	Nível “MeasuringDevices”	39
5.1.12	Nível “CalibrationConditions”	40
5.1.13	Nível “Dates”	41
5.1.14	Nível “Methodology”	42
5.1.15	Nível “ConformityStatement”	43
5.1.16	Nível “Authors”	44
5.1.17	Nível “MeasurementResults”	44
5.1.18	Nível “OpinionsInterpretation”	47
5.1.19	Nível “Attachments”	48
5.2	Certificado de calibração em formato XML	48
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	57
	Referências	59
	ANEXO A: Estrutura de dados do formato de troca de dados de calibração VDI/VDE 2623	62
	ANEXO B: Formato padrão de dados de calibração: Fluke	67
	ANEXO C: Questionário: Restrições	69
	ANEXO D: Diagrama de classes UML: Modelo de dados para troca de certificados de calibração	70
	ANEXO E: Especificação modelo de dados para troca de certificados de calibração	71
	ANEXO F: Estrutura de informação proposta em XML	95
	ANEXO G: Protótipo em XML: Resultados de medição	99
	ANEXO H: Protótipo em XSD: Resultados de medição	100

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Proposta para um formato padrão de dados de calibração: Fluke.....	11
Tabela 2 - Requisitos para certificados de calibração segundo a norma ISO 17025:2017	17
Tabela 3 - Técnicas de levantamento de requisitos	22
Tabela 4 - Técnicas de especificação de requisitos	23
Tabela 5 - Codificação nível "CalibrationConditions"	41

Lista de Figuras

Figura 1 - Estrutura de informação em XML	13
Figura 2 - Estrutura de informação em JSON	13
Figura 3 - Processo de Confirmação Metrológica	16
Figura 4 - Processo de engenharia de requisitos: Modelo espiral	21
Figura 5 - Diagrama AND/OR	26
Figura 6 - Diagrama de classes: Nível de topo	28
Figura 7 - Diagrama de classes: Classes agregadas a HeaderSection	32
Figura 8 - Diagrama de classes: Classes agregadas a TechnicalSection	36
Figura 9 - Diagrama de classes: MeasuringDevices.....	40
Figura 10 - Diagrama de classes: CalibrationConditions	41
Figura 11 - Diagrama de classes: Dates.....	42
Figura 12 - Diagrama de classes: Methodology	43
Figura 13 - Diagrama de classes: ConformityStatement	43
Figura 14 - Diagrama de classes: Authors.....	44
Figura 15 - Diagrama de classes: MeasurementResults	47
Figura 16 - Diagrama de classes: Attachments e OpinionsInterpretations.....	48
Figura 17 - Certificado de calibração LAC: Correlação com protótipo	50
Figura 18 - Certificado de calibração LAC: Correlação com protótipo	52
Figura 19 - Certificado de calibração LAC: Correlação protótipo	55

Lista de siglas e abreviaturas

AJAX – *Asynchronous JavaScript and XML* (JavaScript Assíncrono e XML)

ANSI – *American National Standards Institute* (Instituto Americano de Normas Nacionais)

API – *Application Programming Interface* (Interface de Programação de Aplicações)

ASCII – *American Standard Code for Information Interchange* (Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação)

BIPM – *Bureau International des Poids et Mesures* (Escritório Internacional de Pesos e Medidas)

CINO – *Chief Innovation Officer* (Diretor de Inovação)

DTD – *Document Type Definition* (Definição do Tipo de Documento)

EA – *European Accreditation* (Acreditação Europeia)

EDI – *Electronic Data Interchange* (Intercâmbio Eletrônico de dados)

ERP – *Enterprise Resource Planning* (Planeamento de Recursos Empresariais)

GUM – *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (Guia para a Expressão de Incerteza de Medição)

HTML - *Hypertext Markup Language* (Linguagem de Marcação de Hipertexto)

IEC – *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional)

IFCC – *International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* (Federação Internacional de Química Clínica)

ILAC – *International Laboratory Accreditation Cooperation* (Cooperação Internacional para Acreditação de laboratórios)

INEGI – Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

IPAC – Instituto Português de Acreditação

ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para a Normalização)

IUPAC – *International Union of Pure and Applied Chemistry* (União Internacional de Química Pura e Aplicada)

IUPAP – *International Union of Pure and Applied Physics* (União Internacional de Física Pura e Aplicada)

JCGM – *Joint Committee for Guides in Metrology*

JSON – *JavaScript Object Notation* (Notação de Objeto JavaScript)

LAC – Laboratório de Aerodinâmica e Calibração

LIMS – *Laboratory Information Management System* (Sistema de Gestão de Informações de Laboratório)

MII – *Measurement Information Infrastructure* (Infraestrutura de Informação de Medição)

NCSLI – *National Conference of standards Laboratories International* (Conferência Nacional de Padrões de Laboratórios Internacionais)

OGC – *Open Geospatial Consortium* (Consórcio Aberto Geo-espacial)

OIML – *Organisation Internationale de Métrologie Légale* (Organização Internacional de Metrologia Legal)

ONU – Organização das Nações Unidas

PDF – *Portable Document File* (Formato de Documento Portátil)

SAFT-PT – *Standard Audit File for Tax Purposes – Portuguese Version* (Ficheiro de Auditoria Normalizado para Efeitos Fiscais – Versão Portuguesa)

SGML - *Standard Generalized Markup Language* (Linguagem Padrão de Marcação Generalizada)

SMS – *Short Message Service* (Serviço de Mensagens Curtas)

SMSC – *Short Message Service Center* (Centro de Serviços de Mensagens Curtas)

SPQ – Sistema Português da Qualidade

TAP – Transportes Aéreos Portugueses

UCP – *Universal Computer Protocol* (Protocolo Universal de Computador)

UML – *Unified Modeling Language* (Linguagem de Modelação Unificada)

UN/CEFACT - *United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business* (Centro das Nações Unidas para Facilitação do Comércio e Comércio Eletrónico)

UNTDDED – *United Nations Trade Data Element Directory* (Diretório de Elementos de Dados de Comércio das Nações Unidas)

UNTDID – *United Nations Directories for Electronic Data Interchange* (Diretórios para Intercâmbio Eletrónico de Dados das Nações Unidas)

VDI – *Association of German Engineers* (Associação de Engenheiros Alemães)

VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia

W3C - *World Wide Web Consortium* (Consórcio World Wide Web)

XML – *Extensible Markup Language* (Linguagem de Marcação Extensível)

XSD – *XML Schema Definition* (Definição do esquema XML)

1 Introdução

No âmbito do desenvolvimento da dissertação, incluída como componente obrigatória para obtenção do grau de mestre no Mestrado em Engenharia de Serviços e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi realizado um projeto no Laboratório de Aerodinâmica e Calibração do Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial – INEGI, centrado na especificação de um sistema de informação para a troca de certificados de calibração digitais.

1.1 Contexto do projeto

A Indústria 4.0, o sensoramento de máquinas e equipamentos e a digitalização são conceitos que começam a ganhar força e logo serão uma realidade nas indústrias, fábricas e linhas de produção portuguesas. Os sensores desempenham um papel fundamental na Indústria 4.0 como primeiro e único "observador" de fenómenos de interesse para a produção: espessura, pressão, peso, velocidade, quantidade, fluxo, etc., são quantidades que são facilmente medidas por sensores e sistemas de medição bem conhecidos.

Para fornecer informações confiáveis e rastreáveis, os sensores precisam de ser calibrados regularmente e os dados de calibração devem ser analisados para que estejam em conformidade com o controle de qualidade e os requisitos do cliente. Geralmente tal tarefa é realizada por um metrologista, um técnico focado nas técnicas de medição, que avalia as características do equipamento e os resultados da calibração para concluir sobre a capacidade do sensor de ter um bom desempenho, em linha com os requisitos, e ser integrado na cadeia de medição. Tal procedimento é apelidado de confirmação metrológica.

Para que a indústria da metrologia se mantenha atualizada são necessários vários esforços, começando pela adaptação às exigências tecnológicas presentes e pela melhoria dos seus principais processos, nomeadamente os de troca de informação, que deverão partir não só dos laboratórios de calibração mas de toda a indústria e partes interessadas envolvidas na metrologia.

1.2 Descrição do Problema

Para se manter competitiva, a metrologia, como outras indústrias, também depende da automação e da interoperabilidade padronizada para que possa obter e aprimorar a qualidade a um custo reduzido.

A maioria dos laboratórios modernos emitem certificados de calibração em arquivos PDF assinados digitalmente, podendo em casos excepcionais, quando pedido pelo cliente, ser enviada uma versão Excel mais simplificada apenas com os resultados de medição. Já os laboratórios da “velha escola” geralmente imprimem os certificados, assinam manualmente e enviam o original ao cliente, ficando com uma cópia. Em ambos os casos, os resultados de calibração, apresentados no designado certificado de calibração precisam de ser copiados manualmente para o sistema do cliente. Foi neste âmbito que surgiu a oportunidade de desenvolvimento deste projeto e se reuniram esforços para começar a desenvolver uma forma automática de troca de certificados de calibração digitais.

1.3 Objetivos do projeto

O objetivo inicial do presente projeto de dissertação consistia na criação de um sistema de informação para uso e troca de certificados de calibração digitais e posterior implementação. No entanto, com o iniciar do projeto e depois de percebida a complexidade por detrás deste problema, houve uma necessidade de reformulação dos objetivos. Estes passaram a consistir, num primeiro passo no levantamento do estado de arte, e depois na especificação de uma estrutura de informação a ser seguida na troca dos certificados de calibração e na especificação das regras e normas que deveriam ser seguidas. Só mais tarde, essa estrutura e especificação serão utilizadas como base para o desenvolvimento de um sistema de informação. Procurou-se ainda assim fazer uma espécie de implementação, através de uma prototipagem em linguagem XML, uma linguagem legível em máquinas, tal como pretendido.

1.4 Estudo e Desenvolvimento do Projeto

O projeto iniciou-se com a aprendizagem das principais atividades de um laboratório de calibração e das tarefas realizadas para entender os processos de geração de resultados de calibração e uso destes resultados num conjunto de indústrias. Passou também pelo levantamento de padrões e normas associadas à medição e a todas as outras componentes de interesse num certificado de calibração.

Após esta fase inicial, procedeu-se à construção de uma estrutura de informação e suas especificações de acordo com o levantamento feito anteriormente. Durante o projeto, surgiu a oportunidade de demonstrar o trabalho desenvolvido a *stakeholders* relacionados com o tema da dissertação. Inicialmente ao CINO da AMBIDATA, empresa que desenvolve e fornece soluções digitais globais inovadoras e consultoria a laboratórios de análises. As soluções por eles desenvolvidas possuem a capacidade de produzir um ambiente de trabalho totalmente digital, sem qualquer registo em papel, incluindo Soluções LIMS, Soluções de Gestão da Qualidade e Soluções ERP. Nos clientes da AMBIDATA estão também incluídos laboratórios de ensaios e calibrações. Mais tarde, o mesmo trabalho foi apresentado a um responsável técnico do laboratório de calibrações da TAP que, à semelhança do CINO da AMBIDATA, com formação em engenharia, validaram a necessidade do projeto desenvolvido nesta dissertação. Para além disso, uma outra forma de validação foi a transformação da estrutura numa linguagem legível por computadores para que o cliente pudesse ter uma melhor perceção da aplicabilidade do trabalho desenvolvido.

1.5 Organização do relatório

O presente relatório de dissertação encontra-se dividido em seis capítulos, sendo que, cada um deles aborda temas como o contexto, a metodologia, a literatura de interesse relacionada com o tema, a apresentação de resultados e as conclusões.

No primeiro capítulo pretende-se proporcionar um enquadramento introdutório, fazendo para tal uma breve apresentação do contexto e das motivações para a realização do projeto, bem como os objetivos definidos para o mesmo.

O capítulo seguinte pauta-se pelo levantamento de bibliografia teórica como uma referência e base de apoio ao desenvolvimento prático do projeto.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde decorreu a investigação e desenvolvimento do projeto, mais concretamente o laboratório, assim como é feita a caracterização do

problema e demonstrada a forma como as referências mencionadas no capítulo anterior se relacionam com ele.

A descrição do método de trabalho adotado, a sua aplicabilidade no contexto do problema e justificação encontram-se enquadrados no quarto capítulo.

No capítulo quinto são expostos os objetivos propostos a desenvolver através da apresentação dos resultados do trabalho prático desenvolvido no Laboratório de Aerodinâmica e Calibração do INEGI.

Por fim, no sexto capítulo, são expostas as conclusões que sumarizam os resultados e o desenvolvimento do projeto.

2 Estado da arte

Neste capítulo serão abordadas temáticas necessárias à compreensão do trabalho desenvolvido, assim como, conceitos, fundamentos e trabalhos utilizados para apoiar a conceção de um modelo de dados para troca de certificados de calibração digitalizados e sua especificação.

2.1 Metrologia

A Metrologia está presente nas mais simples tarefas que executamos ao longo do nosso dia sem que consigamos, muitas vezes, ter percepção disso, no entanto, mesmo assim, esse termo continua a ser algo desconhecido para muitas pessoas. Definida pelo Vocabulário Internacional de Metrologia (2012) como “ciência da medição e suas aplicações”, a Metrologia compreende “todos os aspetos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o domínio de aplicação”. É em torno de conceitos relacionados com este que se baseará esta dissertação, como veremos mais adiante, e que podemos ter noção da importância que emprega. A melhor forma de comprovar essa importância poderá ser o facto de a Metrologia constituir um dos três subsistemas do Sistema Português de Qualidade (SPQ) apresentado no artigo 4º do Decreto-Lei n.º71/2012 de 21 de Março como “o conjunto integrado de entidades e organizações inter-relacionadas e interatuantes que, seguindo princípios, regras e procedimentos aceites internacionalmente, congrega esforços para a dinamização da qualidade em Portugal e assegura a coordenação dos três subsistemas – da normalização, da qualificação e da metrologia – com vista ao desenvolvimento sustentado do País e ao aumento da qualidade de vida da sociedade em geral”.

Em atividades tão simples como a ida às compras ou o abastecimento do nosso automóvel somos obrigados a utilizar medidas e unidades de medida, para que possamos tirar algum conhecimento do que fazemos, como por exemplo, saber o preço a pagar pela aquisição de determinado produto. Para que o nosso conhecimento seja correto e possamos tomar decisões adequadas é essencial que a informação que nos chega seja rigorosa. Essa informação é gerada por meio de equipamentos de medição que devem ser calibrados com rastreabilidade aos mesmos padrões internacionais, respeitando todas as formas de produção e componentes muito semelhantes. No entanto, aquando da sua utilização, são expostos a condições que muitas vezes não correspondem às idealizadas. Como por exemplo a exposição a picos de temperatura, humidade ou poeiras, quedas ou acidentes de utilização, utilização incorreta ou mesmo o gasto de utilização. Mesmo que um equipamento seja totalmente novo o erro irá estar sempre presente nas medições que efetuarmos, não devendo, por isso, ser visto como um problema, mas sim como uma medida de segurança e de garantia da qualidade. O problema só surge quando esse erro é demasiado elevado podendo implicar que, determinadas decisões, tomadas com base em medidas obtidas, sejam decisões perigosas, como poderá ser o caso de decisões na área da saúde. Somos auxiliados por máquinas e dispositivos que facilitam o nosso trabalho diariamente e nos quais confiamos, por este motivo é importante que periodicamente os equipamentos de medição sejam calibrados (Cabral, 2018). Num exemplo habitual, seria impossível a AIRBUS fabricar componentes em instalações e países diferentes e depois uni-los num único avião se não fosse a metrologia.

Entende-se por calibração a “operação que, em condições especificadas, num primeiro passo, estabelece a relação entre os valores da grandeza com incertezas de medição provenientes de

padrões e as indicações correspondentes com incertezas de medição associadas e, num segundo passo, usa esta informação para estabelecer uma relação para obter o resultado de medição de uma indicação” (Instituto Português de Qualidade, 2012). Por outras palavras e muito genericamente, a calibração permite-nos testar a confiabilidade de determinado equipamento de medição, fazendo para isso a comparação entre duas medidas: a medida que temos como referência, que deverá ser rastreável aos padrões internacionais e ser apresentada por um equipamento devidamente calibrado; e a medida apresentada pelo equipamento a calibrar. Numa outra definição é-nos dito que, a calibração é uma avaliação técnica que “tem por objetivo avaliar se as características metrológicas que conduziram à escolha inicial desse equipamento se mantêm dentro dos limites estabelecidos”, isto é, se nos continuam a devolver valores aproximados da realidade (Cabral, 2018).

Na primeira definição de calibração é feita referência à incerteza de medição que, segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia (2012) é o “parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a uma mensuranda, com base nas informações utilizadas”. Isto é, independentemente dos erros, que podem, por vezes, ser corrigidos, mantém-se uma margem de dúvida, associada à falta de perfeição que implica o processo de medição. Hoje em dia designamos este conceito por “incerteza”, apesar de ter sido por muito tempo denominado de “erro”. Atualmente entendemos “erro” como o afastamento entre o valor obtido numa medição e o correspondente valor verdadeiro (Cabral, 2018).

Uma calibração não assegura que determinado equipamento de medição esteja a medir corretamente, apenas determina os resultados de medição desse equipamento. Para que tal seja garantido é necessário proceder ao que chamamos de Confirmação Metrológica, designada pela ISO 10012 de 2005 como o “conjunto de operações necessárias para assegurar a conformidade de um equipamento de medição com os requisitos da utilização pretendida”. Na prática trata-se da comparação dos resultados registados no certificado de calibração com os resultados pretendidos pelo cliente, ou indicados pelo fabricante como sendo os valores que deve cumprir. Normalmente quando é efetuada uma calibração, é apenas esperada a receção de um certificado onde são apresentados os resultados de medição dessa mesma calibração, mas sem qualquer certificado conclusivo, devendo aquele que requisitou os serviços fazer uma análise interpretativa dos mesmos. Desses resultados, normalmente, representados por meio de uma tabela, devem, obrigatoriamente, fazer parte uma componente relativa ao equipamento de referência, ao equipamento de medição a ser calibrado e à incerteza de medição. No caso de pretenderem que a confirmação metrológica seja realizada pelo laboratório de calibração poderá ser acrescido um aumento no preço final, sendo nesse caso emitido um documento distinto do reproduzido nas calibrações (Sousa, 2011).

Um correto uso de equipamentos de medição implica assim que todo o processo de confirmação metrológica seja seguido do início ao fim. Tal como vimos, é necessário que a confirmação metrológica seja implementada para assegurar que as características metrológicas do equipamento de medição satisfazem os requisitos metrológicos do processo de medição. No processo da confirmação estão incluídos obrigatoriamente a calibração e a verificação de equipamentos de medição.

Para que a realização de uma calibração possa ser evidenciada, é necessária a emissão de um certificado de calibração, devidamente assinado, onde estão registados todos os dados relativos ao processo de medição, especialmente os resultados de medição. Existem, por sua vez determinados componentes que devem fazer parte do conteúdo de um certificado de calibração, como poderemos ver já de seguida ao abordar a norma ISO 17025.

2.2 ISO 17025

A norma internacional ISO 17025, Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração, direciona-se para qualquer organização que realize ensaios, amostragens ou calibrações e procure evidenciar qualidade e competência técnica. Podemos incluir neste âmbito vários tipos de laboratórios, como os de ensaios e calibração, mas também universidades, organizações de certificação de produtos ou outros organismos de avaliação de conformidade, centros de pesquisa ou outras organizações que tenham essa necessidade. Na ISO 17025 são integrados requisitos baseados nas normas ISO 9000, relacionados com um sistema de gestão de qualidade e critérios de garantia de competência e confiabilidade técnica, dando, por conseguinte, auxílio no desenvolvimento do seu sistema de gestão para a qualidade, as operações técnicas e administrativas (Batista, 2016).

O facto de um laboratório ser acreditado demonstra, segundo a definição da norma ISO 17000 a "atestação de terceira parte, relativa a um organismo de avaliação da conformidade, que constitui um reconhecimento formal da sua competência para a realização de atividades específicas da avaliação da conformidade". Em Portugal, esse reconhecimento é atribuído pelo Instituto Português de Acreditação, IPAC.

Nos dias de hoje, associamos a acreditação de organizações a uma boa imagem, sobretudo de confiabilidade, servindo mesmo como uma forma de marketing, levando à conquista de clientes que procurem serviços acreditados e fiáveis. Isto verifica-se tanto a nível nacional como internacional já que um relatório emitido por uma entidade acreditada é aceite em qualquer país signatário do Princípio de Reconhecimento Mútuo celebrado no regulamento (CE) N.º 764/2008 do parlamento europeu e do conselho, que vem melhorar o comércio internacional (Batista, 2016).

Ao longo dos anos a norma ISO 17025 tem vindo a sofrer algumas revisões. Depois da última publicação em 2005, a mais recente atualização volta a ser feita em 2017, depois de um período com várias mudanças nas condições dos mercados e tecnologia. Também a norma ISO 9001 sobre gestão de qualidade sofreu revisões que são tidas em consideração na última versão da norma de requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.

Segundo a Organização Internacional para a Normalização, a nova norma abrange atividades e novas formas de trabalho dos laboratórios atuais. Engloba mudanças técnicas, no vocabulário e desenvolvimentos em técnicas de tecnologias de informação, sendo uma das principais mudanças relacionadas com o âmbito que agora abrange ensaios, calibrações e amostragem associadas a calibrações e ensaios subsequentes. Para além da ISO 9001, também outros padrões mais recentes foram incluídos, como é o caso da ISO 15189 (Qualidade dos laboratórios médicos) e ISO/IEC 17021-1 (Requisitos para os organismos de auditoria e certificação). Nota-se um maior foco nas tecnologias de informação, sendo feita referência ao uso de sistemas informáticos, a registros eletrónicos e à produção de resultados e relatórios igualmente eletrónicos. É também introduzido o conceito de pensamento baseado no risco num novo capítulo (Tranchard, 2017).

Em relação às alterações na sua estrutura, é adotada a estrutura seguindo a série das normas 17000 – Orientações da ISO/CASCO e de uma divisão em cinco pontos e dois anexos, passa para uma divisão em oito pontos e dois anexos. Na secção dos Termos e Definições são estabelecidos termos e definições baseados nos documentos ISO 17000 e no Vocabulário Internacional de Metrologia, indicando, contudo, de forma explícita as definições completas

de outros termos, como a imparcialidade, reclamações, comparação interlaboratorial, ensaio de aptidão, laboratório e regra de decisão.

Nos Requisitos Gerais da ISO 17025 de 2017 é dado destaque aos conceitos de imparcialidade, com realce na independência e confidencialidade, considerados pontos fundamentais para que um laboratório possa evitar com mais facilidade os conflitos de interesses no âmbito da sua atividade técnica. Na versão anterior, este aspeto apenas era mencionado ao longo da norma. Na secção relacionada com os Requisitos de Estrutura é definido como deve estar estruturada a organização de laboratório e como deve interagir face a clientes, partes interessadas e autoridades reguladoras. Na secção de Requisitos de Recursos, são definidos requisitos em relação às medidas a tomar, no que diz respeito, à gestão do pessoal, notando-se uma preocupação com a imparcialidade e competência dos mesmos. Inclui ainda requisitos referentes às instalações e condições ambientais, ao equipamento, à rastreabilidade metrológica e à aquisição de novos produtos e serviços externos. Na sétima secção, Requisitos do Processo, é definido como proceder em análises de consultas, propostas e contratos, na seleção, verificação e validação de métodos, nas amostragens, no manuseamento de itens calibrados e ensaio, nos registos técnicos, na avaliação da incerteza de medição, na garantia da qualidade dos resultados e na apresentação de resultados. Na apresentação de resultados é feita uma divisão entre requisitos comuns e específicos nos vários tipos de relatórios, de ensaio, calibração e amostragem. São também definidos requisitos detalhados em relação à declaração de conformidade, às opiniões e interpretações e às alterações nos relatórios. Ainda na secção sete são mencionados os procedimentos em caso de reclamações, como deve ser feita a gestão de trabalho não conforme e o controlo de dados e gestão da informação. Na última secção, Requisitos do Sistema de Gestão, são definidas duas opções de um sistema de gestão capaz de suportar e demonstrar a utilização consistente dos requisitos da ISO 17025:2017 e assegurar a qualidade dos resultados do laboratório. Uma opção adaptada exclusivamente à gestão de um laboratório de calibração e outra onde é descrito um sistema de gestão da qualidade baseado na ISO 9001, mais direccionada a laboratórios integrados em instituições maiores (Relacre, 2017).

2.3 Vocabulário Internacional de Metrologia

O Vocabulário Internacional de Metrologia surge na segunda metade do século XX, no contexto da metrologia mundial como uma tentativa de harmonizar internacionalmente as terminologias e definições utilizadas neste campo. Também nesse período surgem outros dois guias normativos de grande importância devido à uniformização dos procedimentos e da expressão dos resultados no mundo da medição. São eles o Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM), de 1993 e o Guia ISO 25, de 1978, que depois de revisto resultou na norma ISO 17025, Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração, de 2000 (Instituto Português de Qualidade, 2012).

Segundo o Vocabulário de Metrologia Legal, sete organizações internacionais (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP e OIML) prepararam em conjunto o Vocabulário Internacional dos termos fundamentais e gerais em Metrologia (VIM), para o qual o Vocabulário de Metrologia Legal, da edição de 1978, foi utilizado como uma das fontes fundamentais. A primeira edição do VIM é publicada em 1984 e só nove anos depois, em 1993, é publicada a segunda edição (Instituto Português de Qualidade, 2017).

Entretanto, o trabalho de revisão do VIM continuou a ser efetuado pelo *Joint Committee for Guides in Metrology* (JCGM). O objetivo do JCGM foi, entre outros, o de abranger as

medições em domínios não suficientemente considerados nas anteriores edições do VIM, tendo sido também redefinidos alguns conceitos gerais importantes (como a rastreabilidade metrológica e a incerteza de medição). Este trabalho conduziu à publicação da 3.^a edição do VIM em 2008. O respetivo título foi alterado para Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, a fim de enfatizar o papel primordial dos conceitos no desenvolvimento de um vocabulário (Instituto Português de Qualidade, 2012).

2.4 OGC010

Vimos o termo “incerteza de medição” presente em muitos dos conceitos definidos até ao momento. Segundo Fidélis (2016), a incerteza é uma indicação quantitativa da qualidade de um resultado, que nos ajuda a perceber quão bem o resultado da nossa medição representa o valor da grandeza medida e mais tarde avaliar a confiabilidade do resultado. Conforme a ISO 17025 uma declaração de conformidade deve sempre ter em conta a incerteza de medição do resultado. Consequentemente, o mesmo deve ser feito aquando da calibração do equipamento, uma vez que, segundo a ISO 10012 essa incerteza deve ser, obrigatoriamente, expressa nos resultados de calibração.

Nesse sentido, este guia para a avaliação da incerteza de medição em calibração é a referência portuguesa para isso mesmo. Trata-se da tradução do EA-4/02 “*Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration*”, de setembro de 2013, publicado pela *European Accreditation* (EA). Nesse documento são estabelecidos os princípios e requisitos de avaliação de incerteza de medição na calibração e o modo de a expressar nos certificados de calibração com base na política do ILAC para a incerteza em calibração estabelecida no ILAC P14. Tanto o último documento a ser referido, como o EA-4/02 são de cumprimento obrigatório para os Organismos de Acreditação membros da EA. Na versão portuguesa, são acrescentadas notas pelo IPAC para melhor compreensão de alguns conceitos (IPAC, 2015).

Para além desses *standards*, o documento correspondente português está de acordo com o *Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM). Porém, no GUM são estabelecidas as regras gerais para a avaliação e expressão da incerteza de medição que podem ser seguidas na maioria dos domínios das medições físicas. Enquanto no OGC010 o objetivo é apresentar o método mais adequado para as medições nos laboratórios de calibração e uma forma não-ambígua e harmonizada de avaliação e expressão da incerteza da medição. Posto isto, podemos ver abordados neste documento, definições-base para o documento, métodos para a avaliação da incerteza de medição das grandezas de entrada, a relação entre a incerteza de medição da grandeza de saída e a incerteza avaliada das grandezas de entrada, a incerteza expandida de medição da grandeza de saída e o procedimento sequencial para cálculo da incerteza de medição (IPAC, 2015).

2.5 Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional

No contexto da crescente economia mundial e comércio internacional a que assistimos, cada vez mais é sentida a necessidade de uma maior clareza na utilização de unidades de medida, não só para que se possam cumprir com os contratos comerciais, mas também para o cumprimento de leis e regulamentos que regem procedimentos de comércio internacional. Nesse sentido as Nações Unidas através da UN/CEFACT desenvolveram o *Codes for Units of Measure Used in International Trade*, como recomendação de uma lista única de elementos de códigos para representar unidades de medida de comprimento, massa (peso), volume e

outras quantidades (incluindo unidades de contagem) e abrangendo administração, comércio, transporte, ciência, tecnologia, indústria, etc. As informações contidas nesta recomendação destinam-se ao uso em sistemas manuais e/ou automatizados para o intercâmbio de informações entre participantes do comércio internacional e de outras atividades económicas, científicas e tecnológicas (UNECE, 2012).

Segundo a recomendação a definir, o uso crescente da troca eletrónica de dados torna desejável o estabelecimento de tais códigos (UN/CEFACT, 2006).

2.6 Digitalização de certificados de calibração – Organizações de referência

2.6.1 Infraestrutura de Informação de Medição

O conceito *Measurement Information Infrastructure* foi criado por Mark Kuster, licenciado em Engenharia Elétrica e Física pela Southern Methodist University e mestrado em Engenharia Elétrica pelo Georgia Institute of Technology. Com anos de experiência na Pantex Metrology, preside ainda a vários comités do NCSLI, organização global sem fins lucrativos cuja associação é aberta a qualquer organização com interesse em metrologia e a sua aplicação em pesquisa, desenvolvimento, educação e comércio. O MII faz parte de um dos comités organizados por esta última organização (MSC Training Symposium, 2017).

As ideias de Mark Kuster começaram por ser partilhadas na revista NCSLI Metrologist, inspiradas em referências semelhantes já publicadas. A ele começaram-se a juntar vários interessados no projeto que rapidamente começou a crescer.

O objetivo desta infraestrutura de informação é criar um conjunto de padrões normativos, estruturas de dados e protocolos de comunicação para anunciar, comunicar, compartilhar e poder utilizar de forma inteligente toda a informação gerada diariamente nas operações metrológicas. Deste modo, qualquer *software* de metrologia, seja para análise de incerteza, calibração automática, gestão de laboratórios ou pesquisas de acreditação seria capaz de “ler” e gravar dados de medição de ou para qualquer outro sistema de metrologia (Kuster, 2013).

O grupo do MII pretende, sobretudo, dar resposta a questões que continuam sem solução nesta área. São exemplos, o facto de ainda serem utilizados certificados de calibração em papel e o seu conteúdo continuar a ser extraído manualmente, o porque dos âmbitos de acreditação e especificações de instrumentos continuarem também a ser procurados e interpretados manualmente. Ou ainda, o facto dos certificados não incluírem cadeias completas de rastreabilidade ao SI ou o facto de ser fornecida uma lista de pontos de calibração aos clientes e não ser quantificada a qualidade de medição dos seus instrumentos em toda a sua faixa e funções. A resposta que encontraram está então relacionada com a padronização e automação, uma vez que são exigidos metadados estruturados ou outras semânticas que delineiem medições, dados de medição, incertezas e especificações (Kuster, 2013).

Nos últimos anos, o grupo de trabalho do MII tem vindo a refinar um esquema de dados para a análise dos âmbitos de acreditação dos laboratórios e desenvolvido vários produtos de suporte. Nestes estão incluídos, uma base de dados de quantidades de medida e unidades de medida padrão, ferramentas de gestão e conversão de unidades de medida *open-source*, um interpretador de fórmulas de alta precisão *open-source* e uma biblioteca de acesso a dados de âmbitos de acreditação também *open-source*. Têm estado agora a trabalhar em editores de dados *user friendly* e ferramentas de pesquisa *online* de âmbitos de acreditação. Para além de

tudo isso, pretendem criar um padrão autoaplicável para termos, taxonomias e utilizar todo esse conhecimento nos projetos do MII (Schawartz, 2018).

2.6.2 Associação de Engenheiros Alemães

A Associação de Engenheiros Alemães, normalmente designada por VDI, foi criada com o objetivo de os suportar, promover e representá-los no seu trabalho, fornecendo-lhes bases profissionais e mantendo uma rede dinâmica a nível regional, nacional e internacional. Com o intuito de cumprir um dos seus principais objetivos, “a transferência de conhecimento técnico com um serviço para engenheiros e estudantes”, a associação tem vindo a criar um conjunto de regulamentos técnicos, que conta atualmente com mais de dois mil padrões válidos, cobrindo extensivamente o amplo campo da tecnologia (VDI, 2018).

Os padrões VDI têm vindo a desempenhar um papel pioneiro na padronização internacional, estando acessíveis a todo o mercado, permitindo reduzir custos de informação, controlo, de ajuste e negociação.

Podemos tomar como exemplo a VDI/VDE 2623 onde é definido um formato de troca de dados entre departamentos e/ou empresas para aplicação na gestão de equipamentos de medição e ensaio. Para assegurar essa troca, foi definido como formato a utilizar a linguagem XML, uma vez que pode ser facilmente integrado em bases de dados e na internet. A estrutura definida na diretriz é dividida em duas partes principais, a parte comercial e a parte técnica que estão contidas num grande grupo de informação, o “order data”. A parte comercial contém informação sobre o cliente e o fornecedor do serviço e a parte técnica, informação sobre os itens individuais de medição e equipamento de ensaio, incluindo informação sobre a calibração. Esta parte é organizada como uma lista de itens, sendo atribuído a cada um deles um número (VDI, 2018). Cada um desses itens terá a sua própria informação principal, informação do cliente e informação do fornecedor, tal como pode ser consultado no Anexo A.

O âmbito da VDI/VDE 2623 não se limita apenas aos dados de calibração, mas aos dados e metadados relacionados com o processo de calibração completo.

2.6.3 Fluke Corporation

A Fluke é uma organização líder em instrumentos e *software* de calibração de precisão. O seu destaque deve-se, sobretudo, às suas duas aplicações, sendo uma delas, o *software* MET/CAL líder da indústria para calibração automatizada e o MET/TEAM, o *software* para fluxo de trabalho de calibração e gestão de recursos. Para além da venda de produtos e prestação de serviços na área da calibração também prestam suporte técnico e formações. Devido ao cuidado em manter a inovação, têm sido autores de vários artigos e conferências onde dão a conhecer os avanços que se têm feito na metrologia. Desde a sua fundação que procuram desenvolver um mercado de tecnologia, fornecendo recursos de teste e solução de problemas nos setores da manufatura e serviços. Nesse sentido, têm vindo a investir no desenvolvimento de *software* para automatização da coleta e retenção de dados nos setores da metrologia e calibração. Como primeiro passo estabeleceram um formato padrão para partilhar e registar dados de calibração para uso em futuros pacotes de *software* para unificação da indústria e permitir o fornecimento de dados metrológicos aprimorados, tendo usado como referência a VDI/VDE 2623 e cuja estrutura podemos consultar no Anexo B (Fluke Corporation, 2018).

O padrão proposto é dividido em nove partes que descrevem cada campo obrigatório da VDI/VDE 2623, bem como campos exigidos pela ISO 17025 e ANSI Z540.3, sendo uma das diferenças relativamente à diretriz alemã. Cada uma das nove categorias requer a contagem de campos esperados que deverá ser igual ao número total dos mesmos, onde também estão incluídos os subcampos adicionais. Estes são utilizados para adicionar dados opcionais listados na VDI, dados da empresa necessários ou descrições irrelevantes. A contagem de campos é também feita da mesma forma para todo o pacote de dados, que deve ser igual ao total de campos esperados listados expresso na categoria “Pedido”. A própria Fluke apresenta-nos a descrição das nove categorias de dados inseridos na proposta estruturada por eles que podemos consultar na Tabela 1 (Johnston & Chapman, 2018).

Tabela 1 - Proposta para um formato padrão de dados de calibração: Fluke

<i>Order</i>	Esta categoria lista o total de campos esperados no pacote de dados e deve corresponder ao total de campos usados em todo o pacote
<i>Technical Items</i>	Esta categoria contém detalhes sobre o dispositivo em teste, os padrões em uso e todas as referências adicionais. Todos os ativos em uso para o evento de manutenção ou calibração precisam estar associados a um identificador exclusivo
<i>Order ID</i>	O ID do pedido descreve os detalhes específicos sobre onde, quando e quem fará a calibração de manutenção
<i>Buyer</i>	Esta categoria descreve os detalhes do fornecedor ou proprietário do dispositivo, como endereço e nomes
<i>Supplier Data</i>	Esta categoria contém todos os detalhes sobre o laboratório de calibração, nome da empresa e endereços
<i>Inspection Plan</i>	Esta categoria descreve o procedimento específico que será executado durante a calibração ou manutenção
<i>Inspection Plan Characteristics</i>	As características do plano de controlo descrevem que dados e quantos dados devem ser coletados
<i>Calibration Results</i>	Esta categoria contém os resultados coletados por secção
<i>Additional Data Fields</i>	Esta categoria final é projetada para abrigar quaisquer dados adicionais que o criador do dispositivo, do procedimento, a acreditação ou a lei exijam

Uma outra diferença da proposta da Fluke comparativamente à da VDI/VDE 2623 é a referência a outro formato para implementação da estrutura. A Fluke refere a Interface de Máquina Externa (EMI) utilizado mais frequentemente em aplicações de troca de mensagens, como uma potencial alternativa ao XML. O facto de permitir ser criptografado é visto como um atributo positivo adicional (Johnston & Chapman, 2018).

2.7 Standards de comunicações

2.7.1 Linguagem de Marcação Extensível

Segundo Ray (2001) podemos ver a linguagem XML a três níveis diferentes. Num primeiro nível, XML é um protocolo para conter e gerir informações. Noutro nível, é uma família de tecnologias que pode fazer tudo, desde formatação de documentos, até filtragem de dados. Num nível mais elevado, é uma filosofia de manipulação de informações que procura tirar máxima flexibilidade e utilidade para os dados, refinando-os para a sua forma mais pura e estruturada. O mesmo autor define XML como uma metodologia para criar documentos auto descritivos ou uma linguagem para descrever a estrutura de um documento.

O padrão XML 1.0 foi introduzido em 1998 derivado do SGML (*Standard Generalized Markup Language*), um padrão internacional de processamento de texto. Foi concebido pelo Consórcio World Wide Web (W3C) com o princípio de criar uma linguagem que pudesse ser lida por *software* e integrar com as demais linguagens, fornecendo uma estrutura flexível de informação.

O XML é extensível, porque não é um formato fixo como HTML (*Hypertext Markup Language*), mas uma metalinguagem para descrever outras linguagens. Pode, por isso, ser utilizado para projetar linguagens de marcação personalizadas para diferentes tipos de documentos. Essa marcação é feita através do uso de *tags* sem limitação, dando liberdade de criar e impor o formato necessário para cada problema. O conteúdo de um XML é apresentado separadamente da sua formatação que deve ser definida num XML Schema ou num DTD que também servem como forma de validação da sua estrutura. Pode ser facilmente legível tanto por humanos como por computadores (Nurmilaakso & Kotinurmi, 2007).

O conteúdo de um documento XML é organizado de forma hierárquica – num nível de importância dos dados, o que facilita muitos aspetos, como por exemplo a partilha de dados em plataformas diferentes (Admatic, 2016).

Devido à grande quantidade de informação repetida num documento XML a sua velocidade de transferência real de informação pode ser prejudicada.

2.7.2 Notação de Objetos JavaScript

JSON é um formato compacto, de padrão aberto independente, para troca de dados entre sistemas de forma simples e rápida. É legível tanto para humanos como computadores e baseado num subconjunto da linguagem de programação *JavaScript*. JSON é um formato de texto completamente independente do idioma, mas usa convenções que são familiares a programadores da família C de idiomas, incluindo C, C++, C#, java, JavaScript, Perl, Python e muitos outros. Essas propriedades tornam o JSON uma linguagem de dados ideal (JSON, 2018).

O JSON pode ser considerado concorrente da XML na área de troca de informações. Ambos representam informações no formato texto e possuem uma natureza auto descritiva capaz de representar informação complexa difícil de representar em formato tabular. Tanto XML como JSON podem ser utilizados para transportar informações em aplicações AJAX e são independentes da linguagem. Isto é, os dados representados nestes modelos podem ser acedidos por qualquer linguagem de programação através de API's específicas.

Ao contrário do XML, JSON não é uma linguagem de marcação, uma vez que não utiliza *tags*, representa a informação de forma mais compacta e não permite a execução de instruções de processamento.

Na Figura 1 e Figura 2 podemos ver as grandes diferenças na representação da mesma informação utilizando primeiro a linguagem XML e depois JSON (w3schools, 2018).

```
<employees>
  <employee>
    <firstName>John</firstName> <lastName>Doe</lastName>
  </employee>
  <employee>
    <firstName>Anna</firstName> <lastName>Smith</lastName>
  </employee>
  <employee>
    <firstName>Peter</firstName> <lastName>Jones</lastName>
  </employee>
</employees>
```

Figura 1 - Estrutura de informação em XML

```
{ "employees": [
  { "firstName": "John", "lastName": "Doe" },
  { "firstName": "Anna", "lastName": "Smith" },
  { "firstName": "Peter", "lastName": "Jones" }
]}
```

Figura 2 - Estrutura de informação em JSON

2.7.3 Interface de Máquina Externa

A designada External Machine Interface é uma extensão do protocolo UCP (Universal Computer Protocol) utilizado principalmente para permitir aos utilizadores interagirem com um SMSC (Centro de Serviços de Mensagens Curtas). O protocolo define as informações que precisam de ser trocadas entre o utilizador e o SMSC a as associações associadas à troca de mensagens SMS (CLX, 2018).

O início de um pacote de informação típico de EMI/UCP é indicado por “^B” e o final com “^C”. Cada campo dentro desse pacote é separado por “/”. Os primeiros quatro campos fazem parte do cabeçalho obrigatório. O terceiro campo indica o tipo de operação, quando se trata do envio da uma mensagem é representado com a letra O, quando é o resultado desse envio representa-se com a letra R. O quarto campo indica a operação em si, no exemplo abaixo, 30 significa “transferência de mensagem curta”.

Os campos seguintes dependem da operação. No exemplo dado ‘66677789’ é o endereço do destinatário, o número de telefone e ‘68656C6C6F’ o conteúdo da mensagem, neste caso a *string* ASCII “hello”. A segunda linha é a resposta com um número de referência de transação correspondente, em que 'A' indica que a mensagem foi confirmada com sucesso pelo SMSC e um registro de data e hora é sufixado ao número de telefone para mostrar o horário da entrega.

Exemplo: ^B01/00045/O/30/66677789///1/////68656C6C6F/CE^C

^B01/00041/R/30/A//66677789:180594141236/F3^C

O campo final é a soma de verificação, calculada somando todos os bytes no pacote (incluindo barras) e obtendo os 8 bits menos significativos do resultado (Wikipédia, 2018).

3 Caracterização do problema

O objetivo do presente capítulo é contextualizar o âmbito, o ambiente e o contexto em que foi elaborado o estágio curricular, que culminou na composição da atual dissertação. Numa primeira parte é apresentada a organização, fazendo-se uma breve descrição da sua estrutura e dos seus serviços. Na segunda parte são relacionadas as referências literárias mencionadas no capítulo anterior com o trabalho desenvolvido e a forma como contribuíram para tal.

3.1 Apresentação da Organização

O presente projeto de dissertação foi levado a cabo, no Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial, mais conhecido por INEGI. Trata-se pois, de um instituto de novas tecnologias, situado na interface Universidade – Indústria e que se concentra na realização de atividades de investigação e de inovação de base tecnológica e transferência de tecnologia orientada para o tecido industrial. Tal como o nome nos indica, o INEGI está intimamente ligado com a engenharia mecânica e a gestão industrial, uma vez que, foi no contexto dos dois departamentos associados a estas engenharias lecionadas na vizinha Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto que, em 1986, nasceu esta instituição. As suas atividades são desenvolvidas em quatro eixos fundamentais: Investigação; Inovação e Transferência de Tecnologia; Consultoria Científica e Tecnologia e Prestação de Serviços (INEGI, 2011).

Inserido na parte de Consultoria e Serviços do INEGI está a Unidade de Energia Eólica e dentro deste o Laboratório de Aerodinâmica e Calibração, LAC. Ora, é diretamente associada a este laboratório que surge esta oportunidade de projeto. Para que a Unidade de Energia Eólica pudesse assegurar o sucesso dos seus serviços, nomeadamente na avaliação de recursos eólicos recorrendo às técnicas de medição aplicáveis, em 2012 nasce o LAC. Nele são realizadas atividades na área da aerodinâmica e mecânica dos fluídos, com especial destaque para a calibração e ensaio de equipamentos de medição da velocidade do ar. A Dezembro de 2014 é acreditado pelo IPAC para calibração de anemómetros de copos e tubos de Pitot. O LAC está equipado com os meios necessários, nomeadamente o túnel de vento, preparado para cumprir com os critérios das calibrações prestadas e assegurar a qualidade do escoamento. No túnel de vento também se realizam ensaios de aerodinâmica, apoiando entidades com interesse na realização de ensaios experimentais de aerodinâmica industrial.

3.2 Conexão com referências literárias

É com foco nos serviços de calibração que surge o problema apresentado nesta dissertação. Tal como vimos, os resultados de medição de uma calibração deverão, antes de mais estar explícitos num certificado de calibração que poderá mais tarde servir como suporte para a confirmação metrológica. Atualmente, no LAC esses certificados são enviados para o cliente em formato PDF via correio eletrónico. Mesmo que a confirmação não venha a ser posteriormente executada, interessa ao cliente extrair informação sobre o seu equipamento e armazená-la no seu sistema para que possa tirar algum conhecimento desses dados. Na Figura 3 podemos observar as várias fases genéricas do processo de confirmação metrológica. Nele estão incluídos apenas dois participantes, o cliente e o laboratório. O processo inicia-se com a necessidade do cliente adquirir serviços do laboratório de calibração, para tal são feitas trocas de informações e propostas de serviços com a finalidade de chegar a um acordo. A prova

desse acordo é a emissão da nota de encomenda e posterior envio do(s) equipamento(s) a calibrar. Depois de executada a calibração, é emitido o certificado de calibração, que será rececionado pelo cliente e o obrigará a transcrever os dados nele indicados, para o seu sistema. Este processo leva à probabilidade de inserir valores errados e a um gasto de tempo com uma tarefa que poderia ser automaticamente executada. O problema vai para além do caso específico do LAC. Trata-se de um problema comum a todos os laboratórios de calibração do mundo, procurando-se, por conseguinte, uma solução que não se foque apenas na organização em questão, mas que possa vir a ser aplicada noutros laboratórios. É dessa necessidade que surge a ideia de criação de um sistema de informação para a troca de certificados de calibração digital. Contudo, para que esse sistema seja executável, são indispensáveis determinadas tarefas secundárias que constituem os objetivos a levar a cabo com o desenvolvimento desta dissertação.

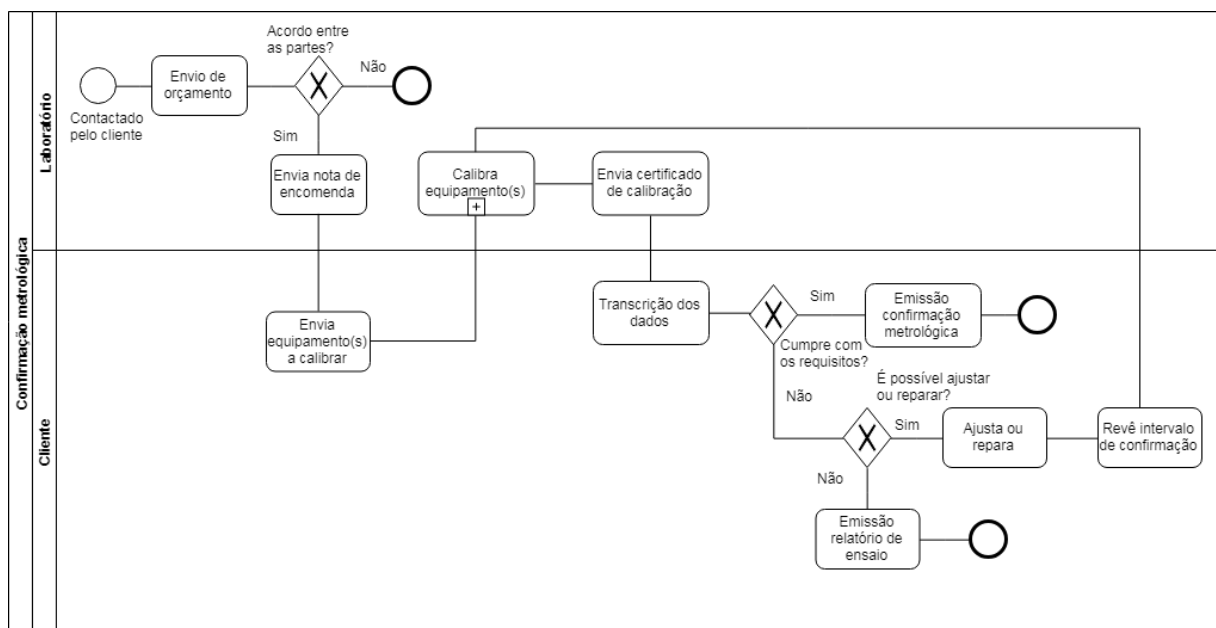


Figura 3 - Processo de Confirmação Metrológica

3.2.1 Estrutura de informação

Um dos objetivos da dissertação passa, então, pela definição de uma estrutura de informação uniforme e universal para que a comunicação entre laboratórios, departamentos e mesmo a interpretação pelo cliente seja facilitada e não tenha que lidar com diferentes formatos cada vez que recorre ao serviço de um laboratório diferente. Nesse sentido, é necessário que essa estrutura consiga dar resposta ao mercado a que se destina, assim como, à realidade prática dos laboratórios, para além de garantir o cumprimento com obrigações já estabelecidas, como normas e padrões.

Tal como referenciado no capítulo dois desta dissertação, várias são as entidades que começam a definir estruturas de informação para digitalização do processo de calibração, incluindo a emissão de certificados de calibração. Contudo, depois de analisadas as suas estruturas, considerou-se, que ainda assim, seria oportuno desenvolver uma estrutura dedicada a certificados de calibração e devidamente atualizada, tendo como base o levantamento feito ao longo desta tese.

Esse levantamento passou obrigatoriamente pela análise profunda da norma ISO 17025 de 2017 que está na base da estrutura de informação desenvolvida. O foco desta análise recai, sobretudo, nas secção 7.8 relativa ao relatório dos resultados, mais concretamente na 7.8.2 dos requisitos comuns dos relatórios (de calibração teste ou amostragem) e na 7.8.4 dos requisitos específicos para certificados de calibração. Na Tabela 2 podemos consultar a lista de informação contida nessas secções, que constituem, segundo a norma, os campos a serem incluídos num certificado de calibração e que no modelo de dados definido estão automaticamente incluídos.

Tabela 2 - Requisitos para certificados de calibração segundo a norma ISO 17025:2017

ISO 17025:2017

Título

Nome e morada do laboratório de calibração

Local de calibração

Identificação única do certificado de forma a que todas as componentes sejam reconhecidas

Nome e contactos do cliente

Identificação do método utilizado

Identificação inequívoca, descrição e, quando necessário, condições do equipamento

Datas de receção (quando crítico para validação e aplicação dos resultados), de calibração e de emissão

Declaração para atestar que os resultados se relacionam apenas com os equipamentos calibrados

Resultados com unidades de medida (quando apropriado)

Clara identificação quando os resultados são de fornecedores externos

Declaração em como o certificado não deve ser reproduzido senão completo e com aprovação do laboratório

Incerteza de medição dos resultados de medição

Condições sobre as quais a calibração foi feita (por exemplo ambientais)

Declaração onde seja indicado que as medições são metrologicamente rastreáveis

Resultados antes e depois de qualquer ajuste ou reparação, se disponível

Declaração de conformidade com requisitos ou especificações (quando relevante)

Opiniões e interpretações (quando apropriado)

O levantamento da estrutura de informação foi também baseada na análise de certificados de calibração partilhados pelo LAC. Apesar de serem certificados de calibração solicitados pela mesma entidade, procurou-se que os mesmos medissem diferentes grandezas e fossem emitidos por diferentes organizações. No total foram analisados sete certificados correspondentes a seis grandezas diferentes e quatro organizações distintas, sendo duas delas portuguesas e as outras duas, alemã e francesa.

Do levantamento de dados provenientes, tanto da ISO 17025, como dos certificados disponibilizados, surge uma primeira estrutura onde eram descritos componentes e atributos de vários certificados de calibração de forma exaustiva. Tendo em conta a variedade de equipamentos calibrados nos certificados de calibração partilhados pelo LAC, os dados incluídos na primeira estrutura eram demasiado direcionados. Numa estrutura de informação que irá ser utilizada para qualquer tipo de calibrações, interessa incluir o máximo de situações possíveis, procurando pontos comuns a todos os certificados e tentar definir classes genéricas que mesmo assim incorporem dados concretos. Partiu-se então para a construção de uma estrutura mais abstrata, agora focada, sobretudo, na construção de grandes grupos de informação e na respetiva escolha de vocabulário.

Um facto que não pode ser esquecido aquando da estruturação de um modelo de dados é a crescente preocupação em definir taxonomias e em procurar estabelecer a harmonização de vocabulários e definições devido à internacionalização dos mercados e à necessidade de fácil comunicação entre organizações.

É com este intuito que interessa a análise do VIM e pelo qual tem também vindo a esforçar-se o comité do MII. Para este comité, esta harmonia é vista como um dos primeiros grandes passos para todos os seus projetos futuros, permitindo-lhes um trabalho consistente. É também esse o objetivo com esta dissertação.

A determinação dos campos semânticos foi então, baseada no VIM, nas propostas da Fluke e da Associação de Engenheiros Alemães anteriormente apresentadas, bem como na experiência do LAC e nos contributos recebidos das empresas contactadas.

A designação atribuída ao campo “MeasuringSystem”, deve-se ao facto do termo sistema de medição ser mais geral, quando comparado com o termo instrumento de medição. Este último iria diminuir o âmbito da classe quando nos interessa que nela esteja incluído o maior número possível de equipamentos utilizados no processo de medição numa calibração, sejam eles instrumentos de medição ou sistemas de medição. Como nota do VIM é definido que um sistema de medição pode consistir em apenas um instrumento de medição.

Também a designação atribuída ao campo “MeasuringDevices” devia ser escolhida com cuidado, para não cair no erro de excluir ou o sistema de medição ou o equipamento a ser calibrado. Contudo, esse termo, é utilizado também no VIM como título de uma das suas secções para fazer referência a qualquer tipo de instrumento ou equipamento, incluindo-se assim o equipamento a ser calibrada dentro desta definição. (Figura 9)

Na norma de referência utilizada neste projeto, a ISO 17025 de 2017, apenas é mencionado que deve ser apresentada a descrição e identificação única do item a ser calibrado, não sendo especificados quais os atributos que fazem parte dessa descrição ou identificação. Foi por meio das análises efetuadas que os atributos incluídos nesta estrutura de informação foram definidos, constituindo o conjunto de dados completos e de utilidade a mencionar, tanto no que diz respeito ao item a ser calibrado, como ao equipamento de medição a ser utilizado. O mesmo acontece nos atributos apresentados em “MeasuringSystem”. Não sendo obrigatórios segundo nenhuma norma, asseguram indiretamente a qualidade da calibração, sendo, por isso, definidos como atributos opcionais, mas que devem ser vistos como uma mais valia para os laboratórios de calibração garantindo a sua qualidade e transmitindo uma imagem de confiança.

Ao fazer a análise da VDI/VDE 2623 de 2012 reparamos que a maior crítica é o facto de não seguir a ISO 17025:2017 o que, para um laboratório de calibração acreditado, é

imprescindível. No entanto, não podemos ignorar a estrutura por eles definida, tendo em conta que é um *standard* já em aplicação, ajustado à realidade europeia e por isso traz alguma credibilidade à necessidade deste trabalho. Assim sendo, também parte da estrutura da VDI/VDE 2623 serviu como exemplo, sobretudo para organização da estrutura do formato proposto. À semelhança da VDI/VDE 2623, também na proposta apresentada mais adiante, são utilizados dois grandes campos de informação, como divisão lógica da estrutura, em que estão incluídos todos os outros campos. A primeira, relativa a informação mais geral sobre o documento e onde estão incluídas informações sobre o próprio laboratório e o cliente, é designada de “HeaderSection”. Na segunda, “TechnicalSection”, são incluídos os campos mais técnicos de um certificado de calibração, como as características dos equipamentos, as condições de calibração e, claro, os resultados de medição, etc.

Mais uma vez, na ISO 17025:2017 apenas é dada a indicação de que devem ser identificadas as pessoas que autorizaram a emissão do certificado. No formato aqui definido, deve ser indicada a função que a pessoa desempenha assim como a sua assinatura em formato digital. A função vem provar a qualificação do colaborador para prestar o serviço solicitado. Já a assinatura digital assegurará a validade do certificado, bem como a sua integridade e autenticidade através da criptografia. Normalmente é facilmente inserida em software de criação de formatos *machine-readable*.

Quanto à proposta da Fluke, apesar de já respeitar a mais recente ISO 17025, segue uma estrutura muito semelhante à da VDI/VDE 2623, pois também recorre à estrutura dividida de acordo com os pedidos (“Orders”) o que demonstra uma preocupação mais voltada para área comercial do serviço de calibração. Com isto, o intuito tanto da Fluke, como da VDI/VDE 2623 é começar a utilizar a informação partilhada logo desde o primeiro contacto com o cliente.

Na estrutura aqui definida, o nível de topo que integra todas as outras classes é chamado de “CalibrationCertificate”. Isto, porque é orientada para a emissão de certificados de calibração, sendo repetida a mesma estrutura em cada emissão, e não, em cada pedido de um cliente, o que poderia incluir mais que uma calibração.

Para que, à semelhança das duas propostas mencionadas no parágrafo anterior, se possa reutilizar a informação armazenada desde o início do processo de calibração (igual ao processo de confirmação metrológica representado na Figura 3) foi definida uma outra estratégia. Aquando da celebração de cada contrato é emitida uma nota de encomenda, para fins fiscais, onde são descritas as primeiras informações relacionadas com o serviço a prestar. Para que essa informação possa ser reutilizada, e não seja necessário voltar a transcrevê-la, na secção “HeaderSection” do modelo definido é incluído um campo designado de “PurchaseOrder” onde deve ser incluído o número da nota de encomenda único para cada serviço. Na criação do sistema de informação, ao preencher este campo, os outros campos que possam ser recuperados dessa mesma nota de encomenda devem ser preenchidos automaticamente, evitando a repetição de informação.

3.2.2 Especificação

Para além, da definição da estrutura de informação interessava, posteriormente, definir as especificações de cada um dos campos aplicando neste ponto normas e referências mais práticas e técnicas. Desse levantamento, concluiu-se que seria pertinente ter em atenção, para além das obrigações descritas na ISO 17025, matérias relacionadas com a incerteza das medições e com as unidades de medida. No primeiro caso, recorre-se à OGC010 onde são

dadas indicações sobre a forma como a incerteza deve ser expressa, as casas decimais com que deve ser apresentada e a ligação que tem com outros campos. No segundo, em relação às unidades de medida, recorre-se ao *Codes for Units of Measure used in Internacional Trade* para que as unidades de medida possam ser referidas de forma normalizada e comum. Apesar do MII já ter desenvolvido uma base de dados de unidades de medida padrão¹, quando comparado com a listagem apresentada pelo *Codes for Units of Measure used in Internacional Trade*² poderá não responder às necessidades dos clientes. Para além disso, este padrão é desenvolvido no contexto da União Europeia e ajustado a esse mercado. Outros tipos de regras de menos importância para a qualidade de uma calibração são utilizadas, como no campo relativo à morada quando é referido o país. O mesmo deve ser apresentado seguindo a norma ISO 3166-1 alpha-2, segundo a qual deve ser apenas apresentado um código único de duas letras atribuído a cada país, territórios independentes ou áreas geográficas de especial interesse.

Considerada como a parte mais importante de um certificado de calibração, o campo “MeasurementResults” integra os resultados obtido no processo de calibração. Deste campo, fazem parte outros que correspondem às variáveis de entrada obrigatórias num processo de calibração segundo a ISO 10012:2005, nomeadamente, o padrão de medição, o equipamento de medição e a incerteza de medição (Figura 15). Para além dos nomeados, é acrescentado um campo designado por “OtherVariables” onde podem ser referidas outras variáveis consideradas importantes para o processo de calibração em causa, como pode ser exemplo, o coeficiente do equipamento calibrado ou conversões necessárias. Em todos os campos os atributos “measurementUnit” e “quantityValue” são repetidos. É aqui que são utilizados os códigos definidos pelo *Code for Units of Measure used in Internacional Trade*, sendo especificada a entrada de no máximo três caracteres correspondentes aos códigos. Já o elemento “quantityValue” tem algumas variações entre variáveis, no entanto em todas elas nunca deve ter valor nulo, devendo o atributo ser repetido sempre que se pretenda inserir um novo valor. No campo relativo ao equipamento de medição, segundo o OGC010, o número de casas decimais do “quantityValue”, deve ser igual ao número de casas decimais do “quantityValue” no campo da incerteza associado ao mesmo equipamento. Por sua vez, no campo relativo à incerteza de medição, é-nos dada a indicação de que o seu valor numérico deve ser dado no máximo a dois valores significativos, não devendo a incerteza indicada ser menor do que a incerteza para a qual o laboratório está acreditado.

Especificações semelhantes, em relação aos códigos a utilizar nas unidades de medidas, são utilizadas no campo relativa às condições de calibração uma vez que também inclui a referência a quantidades de valor.

No campo dos resultados de medição onde podem ser inseridas outras variáveis é necessário um atributo para que seja indicada qual a variável em causa, pelo que foi introduzido o elemento “designation”. Este deverá ser preenchido pelo utilizador, ao contrário do que acontecia nas outras variáveis onde a designação era automaticamente mencionada. Cada uma das variáveis obrigatórias, apenas pode ser mencionada uma vez, podendo o campo “OtherVariables” ser indicado, tantas vezes quantas sejam necessárias, ou não ser de todo indicado.

¹ <http://miiknowledge.wikidot.com/wiki:quantities-and-uoms>

² https://www.unece.org/fileadmin/DAM/cefact/recommendations/rec20/rec20_rev3_Annex2e.pdf

4 Metodologia

Neste capítulo expõem-se a metodologia utilizada ao longo do processo de investigação, através da análise e escolha dos métodos e técnicas mais adequadas para a proposta em questão.

4.1 Análise comparativa de abordagens existentes e fundamentação da escolha da abordagem adotada

Nos dias que correrem vemos a tecnologia como uma resposta para os nossos problemas, sobretudo em contextos organizacionais e de gestão e prestação de serviços. Caminhamos, tendencialmente, para um mundo mais digital e onde o recurso ao papel é cada vez mais escasso e todas as informações se começam a interligar e cruzar. Assim, notamos um crescimento na criação de novos *softwares* e sistemas de informação. Estas tecnologias dão mais suporte às organizações ajudando-as a atingir os seus objetivos com mais facilidade, interessando-lhes que as mesmas sejam construídas com qualidade e de forma a responder às suas necessidades para que se tornem organizações mais competitivas. Como grande disciplina de suporte para este fenómeno tecnológico temos a Engenharia de Requisitos relacionada com o processo de levantamento de requisitos e necessidades das partes interessadas e o desenvolvimento de requisitos em detalhe para que possam servir como base para as várias atividades do desenvolvimento do sistema (Pohl, 2010).

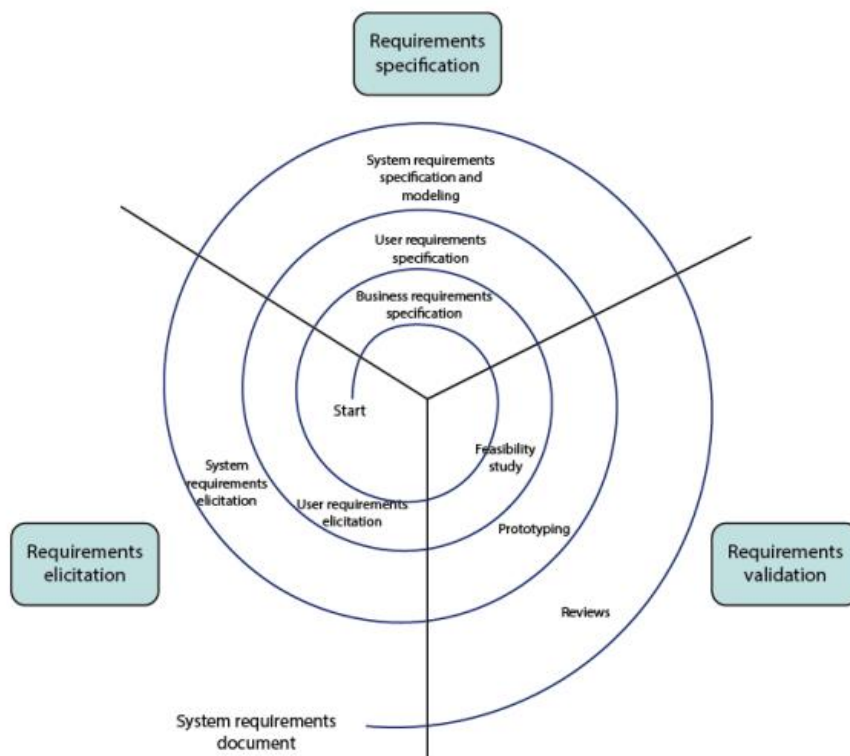


Figura 4 - Processo de engenharia de requisitos: Modelo espiral

O método utilizado na engenharia de requisitos pode depender da área em que é aplicado e da organização em que é desenvolvido. Contudo, podemos nomear algumas atividades comuns a qualquer tipo de método: Levantamento de requisitos; Especificação de requisitos; Validação de requisitos; Gestão de requisitos. Esta engenharia é um processo iterativo no qual todas as atividades estão intercaladas como veremos. A Figura 4 mostra-nos o modelo espiral do processo de engenharia de requisitos.

4.1.1 Levantamento de requisitos

Na maioria dos casos no início de um projeto muito pouco se sabe sobre o problema que se pretende resolver. A única maneira de reverter isso é investigando tudo o que é relevante para o problema e, de certa forma, sentir o problema como nosso. No entanto, geralmente o conhecimento sobre este problema não reside apenas numa pessoa ou fonte.

O propósito do levantamento de requisitos é, então, obter conhecimento relevante sobre o problema, descobrir, rever e compreender as necessidades e preocupações do utilizador perante o sistema. É requerida, para tal, a interação com os *stakeholders* para perceber o domínio de aplicação, onde se podem incluir utilizadores finais, gestores ou especialistas na área. Embora algumas abordagens restrinjam a fonte de levantamento a seres humanos, a abordagem adotada por Loucopoulos e Karakostas (1995) inclui especialistas, literatura e sistemas existentes na mesma ou noutras áreas, normas nacionais e internacionais que possam limitar o desenvolvimento do *software* ou outras partes interessadas no sistema, como, por exemplo outra organização, que também possa beneficiar do seu desenvolvimento.

Várias são as técnicas para levantamento de requisitos, podendo identificar-se diferentes pontos fortes ou fracos únicos a cada técnica e com melhor ou pior aplicabilidade dependendo do problema. Na Tabela 3 podemos observar várias técnicas de levantamento de requisitos. A descoberta de requisitos é um processo de trabalho intensivo que obriga a uma grande aposta de tempo e recursos, isso deve-se, sobretudo, ao facto da aquisição de novos conhecimento ser inerentemente uma tarefa difícil (Fricker, Thuemmler & Gavras 2015).

Tabela 3 - Técnicas de levantamento de requisitos

<i>Técnica</i>	<i>Descrição</i>
<i>Arqueologia</i>	Análise de sistemas existentes para compreender a sua funcionalidade, qualidade e utilidade.
<i>Criatividade</i>	Invenção e seleção de ideias para inovar ou resolver problemas difíceis.
<i>Data mining</i>	Pesquisa e filtragem de bases de dados de requisitos para identificar conhecimento relevante sobre as necessidades dos <i>stakeholders</i> .
<i>Entrevistas</i>	Reunião entre engenheiro de requisitos e <i>stakeholder</i> para discussão de tópicos de relevância para o sistema.
<i>Introspeção</i>	Uso de conhecimento na área em conjunto com reflexão e empatia para basear os requisitos na experiência
<i>Observação</i>	Estudo do uso do sistema, possivelmente no ambiente alvo e com utilizadores reais para compreensão dos processos de utilização e os pontos fortes e fracos do sistema atual.

<i>Questionários</i>	Formulário eletrônicos ou em papel com perguntas e espaço para respostas direcionadas aos <i>stakeholders</i> para obter uma visão geral da sua opinião.
<i>Reutilização</i>	Uso de especificações existentes para evitar a reinvenção de requisitos que já são adequados.
<i>Workshops</i>	Reunião entre o engenheiro de requisitos e os <i>stakeholders</i> para chegar a acordo entre os participantes.

4.1.2 Especificação de requisitos

A especificação de requisitos é o processo de documentação das necessidades e preocupações do utilizador de forma clara e precisa. Neste processo é necessário descrever totalmente o que é que a aplicação irá fazer e de que forma se espera que o faça. Podemos ver a especificação de requisitos como o contrato entre o utilizador e o engenheiro de requisitos que define o comportamento funcional desejado.

O processo de especificação requer como *input* conhecimento sobre o domínio do problema adquirido no processo de levantamento. Habitualmente, esse conhecimento chega até nós em formato “bruto” devendo ser convertido em informação significativa para que seja convertido num modelo de especificação formal. É importante ver a especificação como um processo complexo que requer o feedback entre o engenheiro e o utilizar e vice-versa.

Podemos afirmar que a especificação de requisitos está intimamente relacionada com a análise e assimilação de conhecimento dos requisitos e com a síntese e organização do conhecimento em modelos de requisitos coerentes e lógicos. A maioria das abordagens pressupõem que o resultado desse processo é o modelo de especificação de requisitos. No entanto, do processo de especificação resulta uma grande variedade de modelos que correspondem a diferentes visões do problema. Os modelos orientados ao utilizador, onde é especificado o comportamento e características do *software* que servem como ponto de entendimento entre todas as partes. E os modelos orientados ao *developer*, onde são especificadas propriedades funcionais e não-funcionais, bem como restrições de recurso ou do projeto, que atuam como modelos para os estados de desenvolvimento adicionais. Isso não significa, porém que seja necessária a criação de dois modelos distintos, uma vez que estes devem ser perceptíveis para todas as partes. Na Tabela 4 são enumeradas várias técnicas e modelos de especificação de requisitos (Fricker, Thuemmler & Gavras 2015).

Tabela 4 - Técnicas de especificação de requisitos

<i>Técnicas</i>	<i>Descrição</i>
<i>i* ou Kaos</i>	Especificação de agentes, objetivos e propriedades formais com linguagens naturais para permitir a análise e alcance dos objetivos.
<i>Linguagem natural</i>	Especificação de requisitos por meio de palavras e frases para alcançar flexibilidade e compreensão da especificação. Estes modelos são usados de forma a melhorar a precisão.
<i>Diagramas de análise</i>	Especificação de funções, processos, estrutura e comportamento

<i>estruturada</i>	com uma das notações gráficas propostas pela análise estruturada para obter precisão e tornar a estrutura visível.
<i>Tabelas</i>	Especificação de conceitos para alcançar a compreensão de terminologia ou regras relacionadas com as condições que afetam o comportamento do sistema
<i>Diagramas UML</i>	Especificação de funções, cenários, processos, regras, relações, comportamentos e implementação com notações gráficas de UML para aumentar precisão e representar a estrutura
<i>Mock-ups</i>	Especificação da interface do utilizador com <i>mock-ups</i> em papel ou ferramentas para aumentar a tangibilidade e autenticidade do sistema planeado.

Podemos dizer que a especificação de requisitos é o processo central da engenharia de requisitos. Durante a especificação, muitas vezes, é percebida a falta de determinadas informações sobre o problema, que exige, novamente o recurso ao processo de levantamento. Por sua vez, serão fornecidas novas informações que levarão a mudanças no modelo de especificação. Também no processo de validação poderemos assistir a esta necessidade de reformulação.

4.1.3 Validação de requisitos

A validação de requisitos é um processo contínuo que assegura que os requisitos do sistema estão completos, corretos, consistentes e claros. Em várias abordagens a validação não é considerada uma atividade separada, mas sim um complemento da especificação de requisitos. No entanto, é importante, por razões conceptuais e práticas esta distinção. Existem neste ponto algumas técnicas de validação como a revisão dos requisitos, prototipagem e geração de testes de usabilidade. A necessidade de validação surge cada vez que uma nova informação é assimilada ao modelo de requisitos corrente. Qualquer modelo de requisitos, seja ele formal ou informal, está sujeito a validação desde logo na aquisição de conhecimento do problema e na definição do seu âmbito. Para isso, é requerida a interação entre o engenheiro de requisitos, o cliente e os utilizadores no domínio do problema. Em termos gerais, a validação divide-se em duas atividades principais, a configuração para futura experiência e a criação de um modelo experimental e futura análise de resultados

4.1.4 Gestão de requisitos

A gestão de requisitos pode ser vista como o processo de gerir os requisitos em mudança durante o processo de engenharia de requisitos e do desenvolvimento do sistema (Sommerville, 2004).

Mesmo depois da entrega ao cliente podem surgir novos requisitos sendo, por isso, necessário acompanhar este acontecimento ao longo de todo o processo. A má gestão de requisitos está na origem de vários processos mal sucedidos, com razões como a falta de apoio por parte da gestão, planeamento pobre, requisitos incompletos, falta de envolvimento dos utilizadores, recursos insuficientes ou expectativas irrealistas. Da gestão de requisitos fazem parte processos como o planeamento, desenvolvimento, verificação, e gestão.

4.2 Método seguido no projeto

Em qualquer relação *customer-provider* é necessária a solicitação de requisitos ou fornecer algum tipo de sistema como forma de solução para determinado problema. Entendemos sistema, aqui, como um conjunto integrado de elementos em interação que servem um propósito, podendo ser produtos, serviços, pessoas, processos, *software* ou informações (Kossmann, 2013).

O nível de detalhe, pormenor e formalidade dos requisitos depende do contexto dado. Os requisitos, mais do que uma engenharia para o desenvolvimento de sistemas ou *software*, tornam-se numa forma de comunicar de forma inequívoca e com o máximo de detalhe necessário entre as duas partes. A engenharia de requisitos, como destaca Pressman (2011), ocorre quando é possível compreender, por meio de tarefas técnicas, os requisitos básicos para determinado desenvolvimento.

Na dissertação desenvolvida, foram adotadas algumas das técnicas da engenharia de requisitos como uma forma de comunicação entre as duas partes e como meio para determinar o desenvolvimento do projeto.

Ao longo do presente projeto, surgiram alguns problemas no que diz respeito ao seu contexto, sobretudo, devido à falta de conhecimento no domínio. Tratando-se de um projeto relacionado com uma área tão específica foi necessário, antes de mais, procurar compreender a linguagem do cliente para realmente compreender as suas necessidades. Com esse intuito o primeiro trabalho para cumprimento do levantamento de requisitos foi o recurso à leitura de literatura relacionada com metrologia e todos os processos a ela inerente, como a confirmação metrológica ou a calibração.

Graças à facilidade de interação e proximidade com profissionais da área da metrologia, também a aquisição de conhecimento transmitido pelos mesmos foi sendo uma das formas mais comuns de assimilação, uma vez que, permitia a intervenção instantânea em caso de dúvidas ou necessidade de esclarecimento. Esta vantagem permitiu que, ao longo do tempo, fossem sendo realizadas várias entrevistas, não só no momento de aquisição de conhecimento, mas também para validação de trabalho realizado, adotando-se uma abordagem contínua. Para além disso, permitiu que fosse aplicada a técnica de observação, com a visita ao laboratório de calibração onde pude assistir à calibração de um anemómetro no túnel de vento e pude ter uma perceção real dos passos necessários para o cumprimento de uma calibração.

Ainda numa fase inicial do projeto, a análise de propostas semelhantes já existentes foi também uma das técnicas aplicadas a este caso. Como são exemplo os casos já mencionados da VDI/VDE 2623 ou da Fluke. Dada a falta de conhecimento por parte do cliente destes casos, foi necessária a análise dos mesmos, tendo-se chegado à conclusão que, mesmo assim, seria útil o desenvolvimento de um sistema aplicado à realidade laboratorial portuguesa e às necessidades que entende serem necessidades comuns a qualquer laboratório de calibração.

A determinado ponto do processo de levantamento de requisitos, aquando da definição da estrutura de informação e das suas especificações recorreu-se à técnica de questionários com perguntas técnicas relativas a regras ou outras obrigatoriedades que podem ser consultadas no Anexo C.

Para um melhor esclarecimento dos objetivos a atingir com este projeto foi utilizado o diagrama AND/OR representado na Figura 5.

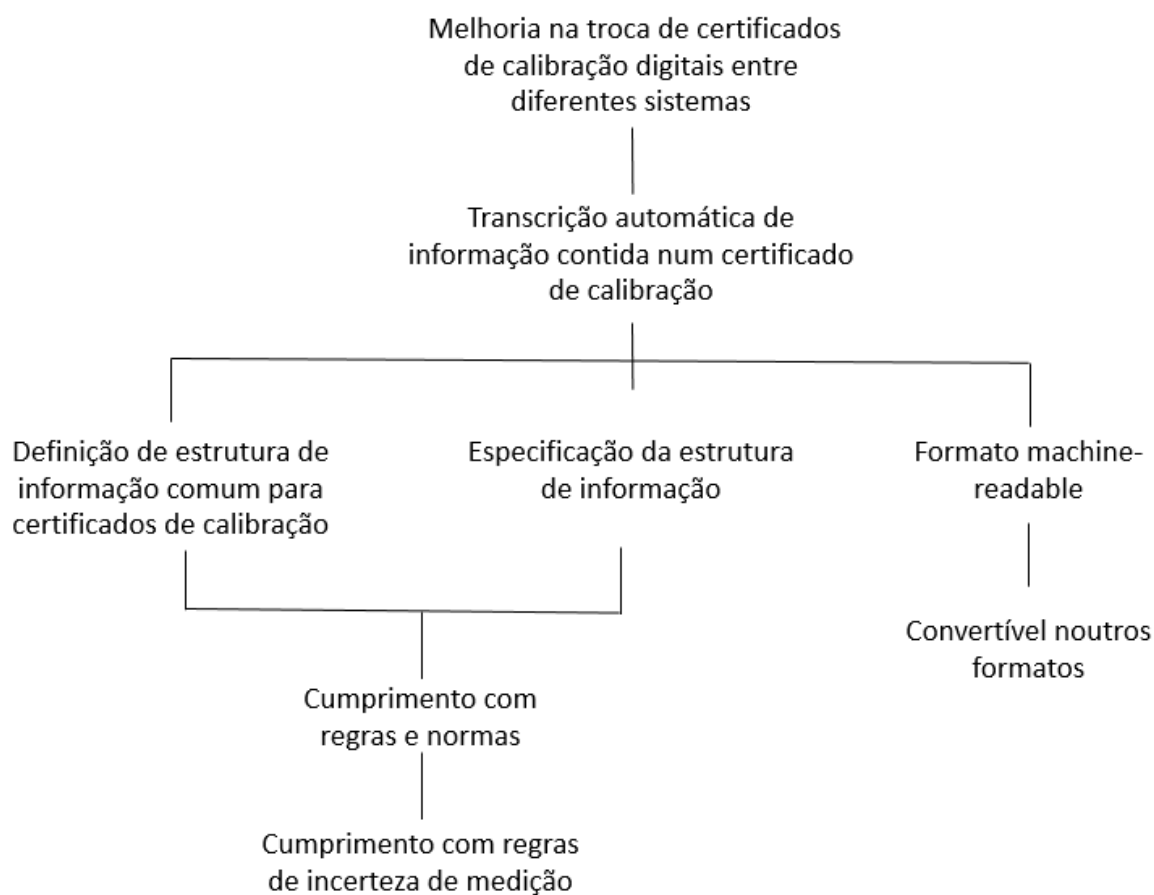


Figura 5 - Diagrama AND/OR

Neste diagrama é definido como super objetivo a melhoria na troca de certificados de calibração entre sistemas, incluindo-se nesta condição a transcrição da informação contida nos certificados de calibração de forma automática para o sistema que é enviado. Para responder a este objetivo é necessário cumprir com outros: a definição de uma estrutura de informação e respetiva especificação, feita de acordo com as normas e regras aplicadas ao domínio e, tendo em conta regras específicas de incerteza; desenvolver a estrutura de informação num formato legível por computadores para assim permitir facilmente a sua troca e conversão para outros formatos.

Para a representação da estrutura de informação definida foi utilizado o diagrama de classes UML, anexado no Anexo D, uma vez que é uma das melhores notações para representar modelos de dados. Esta estrutura está, claramente, dividida em duas grandes classes. Foram definidas, maioritariamente, relações de agregação, uma vez que se trata de informação que deve estar contidos num certificado de calibração, não deixando, necessariamente, de existir se o mesmo não for reproduzido. A classe *MeasuringDevices* é representada como uma relação de herança, devido ao facto de, tanto a classe *MeasuringSystem*, como a *CalibratedDevices* partilharem os mesmos atributos, evitando assim a sua repetição.

A descrição da especificação de requisitos foi feita por meio de tabelas, que tendo em conta o contexto do projeto seriam a forma mais prática de divisão e representação da estrutura de informação e das regras a ela associadas, à semelhança de projetos muito similares, como por exemplo o conhecido SAFT-PT (Anexo E).

Por fim, como forma de validação de requisitos, para além da partilha constante da evolução do projeto junto do cliente, foi desenvolvido um protótipo. Tendo em conta o objetivo do cliente em desenvolver o certificado de calibração digital através de uma linguagem *standard* de comunicação, foi desenvolvido um modelo da estrutura de informação em linguagem XML. Esse protótipo foi aplicado a um certificado de calibração emitido pelo LAC. Nesse sentido, foi construído um documento XML com as respetivas *tags* e associado um XSD especificamente para o campo relativo aos resultados de medição, onde foram definidas algumas das regras descritas na especificação. Assim, o cliente poderá verificar se o certificado de calibração está conforme o especificado ou não, ficando a validade do documento dependente desse cumprimento.

Para além disso, foi feita uma validação junto de entidades de interesse nesta área como foi o caso da AMBIDATA. O próprio CIO da empresa, em reunião no INEGI, validou a necessidade de definir um formato partilhado entre todos os laboratórios de calibração para que assim se pudesse iniciar a partilha do, designado por ele, “verdadeiro certificado digital”. Até ao momento esta designação é atribuída a certificados que são partilhados por meios eletrónicos não significando uma verdadeira digitalização do certificado, dado este continuar a ser enviado num ficheiro PDF. Como maior prova de validação, partilhou ainda que começam também a reunir esforços no sentido de melhorar esta digitalização de certificados de calibração com foco na forma como a troca dos mesmos é executado e no sentido de responder às necessidades dos seus clientes. Fez ainda a sugestão de uma linguagem alternativa ao XML, a linguagem JSON.

O projeto foi ainda apresentado ao laboratório de calibração da TAP que igualmente, demonstrou o seu interesse no formato desenvolvido e até apontou algumas melhorias a implementar.

No que toca à gestão de requisitos, à semelhança de todos os outros processos, foi sendo implementada ao longo de todo o projeto não havendo, contudo, nenhum ponto em que essa gestão seja mais evidente.

5 Resultados

Nesta fase serão descritos de forma mais detalhada os resultados provenientes das técnicas de metodologia mencionadas anteriormente, resultando do mesmo uma estrutura de informação para a troca de certificados de calibração digitais e respectiva especificação onde são mencionadas as tags utilizadas no protótipo construído. Protótipo esse que também será descrito neste capítulo e será demonstrada a sua correspondência com um certificado de calibração real.

5.1 Estrutura de informação para troca de certificados de calibração digitais e especificações

Ao contrário do que vimos em propostas desenvolvidas noutros países com objetivos semelhantes ao deste projeto, a estrutura aqui definida partiu sobretudo, da estrutura comum de um certificado de calibração em formato PDF. É a estrutura desse formato que os clientes finais estão habituados a consultar e que os provedores dos serviços, neste caso técnicos ou responsáveis de laboratórios de calibração estão habituados a produzir, significando isso que contém toda a informação necessária ao cumprimento do processo de calibração. Apesar de não existir uma estrutura comum, existem campos semelhantes, que no fundo dizem respeito aos mesmos conceitos e onde podem ser incluídas partes mais técnicas dos certificados de calibração.

5.1.1 Nível de topo

A estrutura de informação definida tem como raiz o campo de informação “CalibrationCertificate” que inclui informação relacionada com o próprio documento e a sua identificação e informação mais técnica de um certificado de calibração. A Figura 6 apresenta a estrutura do nível de topo.

Cada um dos campos de informação incluídos no nível de topo têm que estar obrigatoriamente contidos no ficheiro e apenas podem ser repetidos uma vez.

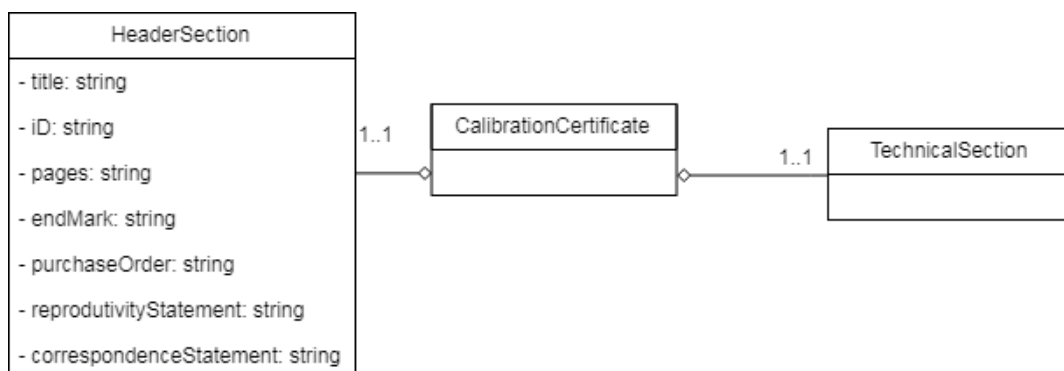


Figura 6 - Diagrama de classes: Nível de topo

5.1.2 Nível “HeaderSection”

O nível “HeaderSection” é um campo complexo que para além de identificar o documento a ser produzido, é constituído por outros campos complexos e simples. Dos campos complexos fazem parte informações sobre o cliente, o laboratório de calibração e, opcionalmente, sobre a organização de acreditação (Figura 7). Na Figura 6 são nomeados os campos simples que constituem o nível “HeaderSection”:

1. Title
 - Define o nome do ficheiro;
 - Este campo é preenchido automaticamente com o valor “Certificado de Calibração”;
 - Deve surgir no topo do documento;
 - Este campo é de carácter obrigatório;
 - Campo simples.
2. ID
 - Permite identificar de forma única o certificado de calibração;
 - Deve ser indicado em todas as páginas do certificado de calibração se convertido em formato de impressão para que facilmente seja identificado como parte do certificado de calibração;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string* com um comprimento máximo de 15 caracteres.
3. Pages
 - Indicar o número da página e o número total de páginas;
 - Deve ser indicado em todas as páginas do certificado de calibração;
 - Permite verificar a integridade do certificado de calibração;
 - Deve ser seguido o modelo: 1/5;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string* com um comprimento máximo de 5 caracteres.
4. PurchaseOrder
 - Indicar o número de nota de encomenda relacionado com o equipamento a ser calibrado;
 - Permite o cruzamento de dados se relacionado com os sistemas e bases de dados já existentes no laboratório de calibração;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string* com um comprimento máximo de 20 caracteres.
5. ReproductivityStatement
 - Declara a proibição de reprodução do certificado sem autorização prévia do laboratório ou em partes;
 - Este campo é preenchido automaticamente com o valor “Este certificado não pode ser reproduzido parcialmente e sem autorização prévia do laboratório de calibração”;
 - Este campo é de carácter obrigatório;
 - Campo simples.

6. CorrespondenceStatement

- Declara que os resultados obtidos se relacionam apenas com o(s) equipamento(s) calibrado(s);
- Este campo é preenchido automaticamente com o valor “Este certificado é válido exclusivamente para o equipamento identificado”;
- Este campo é de caráter obrigatório;
- Campo simples.

7. Laboratory

- Contém informação relativa ao laboratório de calibração que presta o serviço;
- Todos os campos incluídos no nível “Laboratory”, à exceção do logótipo, devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Este campo só deve ser utilizado uma vez;
- Campo complexo.

8. Customer

- Contém informação relativa ao cliente;
- Todos os campos incluídos no nível “Customer”, à exceção do logótipo, devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Este campo só deve ser utilizado uma vez;
- Campo complexo.

9. AccreditationOrganization

- Contém informação relativa à organização que acredita o laboratório de calibração que presta o serviço;
- Todos os campos incluídos no nível “AccreditationOrganization”, à exceção do logótipo devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Este campo só deve ser utilizado uma vez;
- Campo complexo.

5.1.3 Nível “Laboratory”

Do campo “HeaderSection”, anteriormente mencionado, fazem parte outros campos de informação complexos, como é o caso do campo “Laboratory”. Este nível é constituído por campos simples e outros dois campos complexos. Na Figura 7 são identificados os campos que constituem o nível “Laboratory”:

1. Designation

- Define o nome do laboratório de calibração que presta o serviço;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.

2. ID

- Permite identificar de forma única o laboratório de calibração que presta o serviço;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;

- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 10 caracteres;
- **Observações:** O ID atribuído ao laboratório de calibração deve ser igual ao atribuído pelo IPAC, no sentido de procurar cumprir com uma uniformização estabelecida por uma entidade reconhecida e para que o utilizador possa consultar com mais facilidade informação relativa ao laboratório que realiza o serviço, nomeadamente, sobre os equipamentos de medição, a sua gama de medição, a melhor incerteza e os método de calibração que o laboratório segue.

3. CalibrationPlace

- Identificação do local exato onde foram realizadas as calibrações;
- Este campo é de preenchimento obrigatório no caso das calibrações não terem sido realizadas no local comum do laboratório de calibração que presta o serviço;
- Campo simples, formatado com *string*, com um comprimento máximo de 150 caracteres.

4. Logo

- Permite incluir logótipo do laboratório de calibração que presta o serviço;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo simples, formatado como imagem.
- **Observações:** O logótipo não deve ser visto como substituição da designação do laboratório de calibração, uma vez que nem sempre é perceptível através do logótipo a identificação clara do laboratório que presta o serviço.

5. Address

- Contém informação relativa à morada do laboratório de calibração que presta o serviço;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Este campo só deve ser mencionado uma vez;
- Campo complexo.

6. Contacts

- Contém informação relativa aos contactos do laboratório de calibração que presta o serviço;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo complexo.

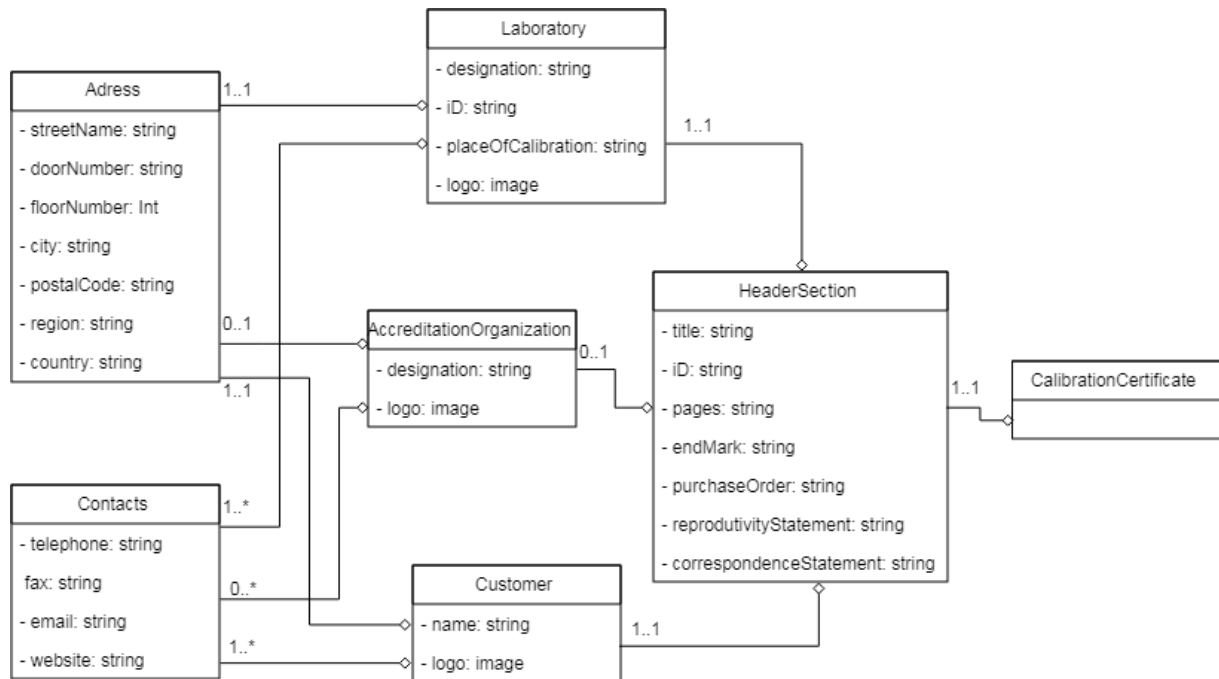


Figura 7 - Diagrama de classes: Classes agregadas a HeaderSection

5.1.4 Nível “Customer”

O nível “Customer” é um campo complexo que inclui informação relativa ao cliente, contendo, para além de campos simples, dois campos complexos referentes à sua morada e contactos. Na Figura 7 são identificados os campos simples e complexos que constituem o nível “Customer”:

1. Name
 - Permite identificar o nome do cliente que requisita o serviço;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.
2. Logo
 - Permite incluir logótipo do cliente que requisita o serviço;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como imagem.
 - **Observações:** O logótipo não deve ser visto como substituição do nome do cliente, uma vez que nem sempre é perceptível através do logótipo a identificação clara do cliente.
3. Address
 - Contém informação relativa à morada do cliente que requisita o serviço;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Este campo só deve ser mencionado uma vez;
 - Campo complexo.
4. Contacts

- Contém informação relativa aos contactos do cliente que requisita o serviço;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo complexo.

5.1.5 Nível “AcreditationOrganization”

O nível “AcreditationOrganization” é um campo complexo que inclui informação relativa à organização que acredita o laboratório de calibração que presta o serviço. Para além de campos simples, contém dois campos complexos referentes à sua morada e contactos. Na Figura 7 são identificados os campos simples e complexos que constituem o nível “AcreditationOrganization”:

1. Designation
 - Define o nome da organização que acredita os serviços prestados pelo laboratório de calibração em causa;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.
2. ID
 - Permite identificar de forma única a organização que acredita os serviços prestados pelo laboratório de calibração em causa;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 10 caracteres;
 - **Observações:** O ID atribuído à organização de calibração deve ser igual ao atribuído pelo ILAC, no sentido de procurar cumprir com uma uniformização estabelecida por uma entidade reconhecida.
3. Logo
 - Permite incluir logótipo da organização de acreditação;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como imagem.
 - **Observações:** O logótipo não deve ser visto como substituição da designação da organização de acreditação, uma vez que nem sempre é perceptível através do logótipo a identificação clara da mesma.
4. Address
 - Contém informação relativa à morada da organização de acreditação;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo complexo.
5. Contacts
 - Contém informação relativa aos contactos da organização de acreditação;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo complexo.

5.1.6 Nível “Address”

O nível “Address” é um campo complexo que inclui campos simples onde é descrita a morada de forma detalhada. Segundo a ISO 17025 de 2017, é obrigatório incluir a morada apenas quando nos referimos ao laboratório de calibração. Contudo, na estrutura de informação aqui

definida o campo “Address” deve ser obrigatório tanto para o campo “Laboratory”, como para o campo “Customer”, sendo opcional para o campo “AccreditationOrganization”. Na Figura 7 são identificados os campos simples que constituem o nível “Address”:

1. StreetName
 - Identificação do nome da rua;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.
2. DoorNumber
 - Identificação do número da porta;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *integer*, com um comprimento máximo de 4 caracteres
3. FloorNumber
 - Identificação do piso;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 5 caracteres.
4. City
 - Identificação do código de postal relativo à localidade;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 20 caracteres.
5. PostalCode
 - Identificação da cidade de localização;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 20 caracteres.
6. Region
 - Identificação do distrito de localização;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 20 caracteres.
7. Country
 - Identificação do país de localização;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com 2 caracteres, sendo que estes correspondem à sigla do país;
 - **Codificação:** Norma internacional ISO 3166-1 alpha 2.

5.1.7 Nível “Contacts”

O nível “Contacts” é um campo complexo que inclui campos simples onde é incluída informação de contactos detalhada. Segundo a ISO 17025 de 2017 , é obrigatório indicar os contactos apenas quando nos referimos ao cliente. Contudo, na estrutura de informação aqui

definida o campo “Contacts” deve ser obrigatório tanto para o campo “Laboratory”, como para o campo “Customer”, sendo opcional para o campo “AccreditationOrganization”. Na Figura 7 são identificados os campos simples que constituem o nível “Contacts”:

1. Telephone

- Identificação do contacto telefónico;
- Deve ser incluído o indicativo do país;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 20 caracteres;
- Deve incluir o símbolo “+” no início da *string* como garantia da inclusão do indicativo.

2. Fax

- Identificação do número relativo ao fax;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 20 caracteres.
- Deve incluir o símbolo “+” no início da *string* como garantia da inclusão do indicativo.

3. Email

- Identificação do contacto de correio eletrónico;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 60 caracteres.
- Deve incluir o símbolo “@” na *string* como garantia de indicação de um endereço de correio eletrónico.

4. Website

- Identificação do website;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 60 caracteres.

5.1.8 Nível “TechnicalSection”

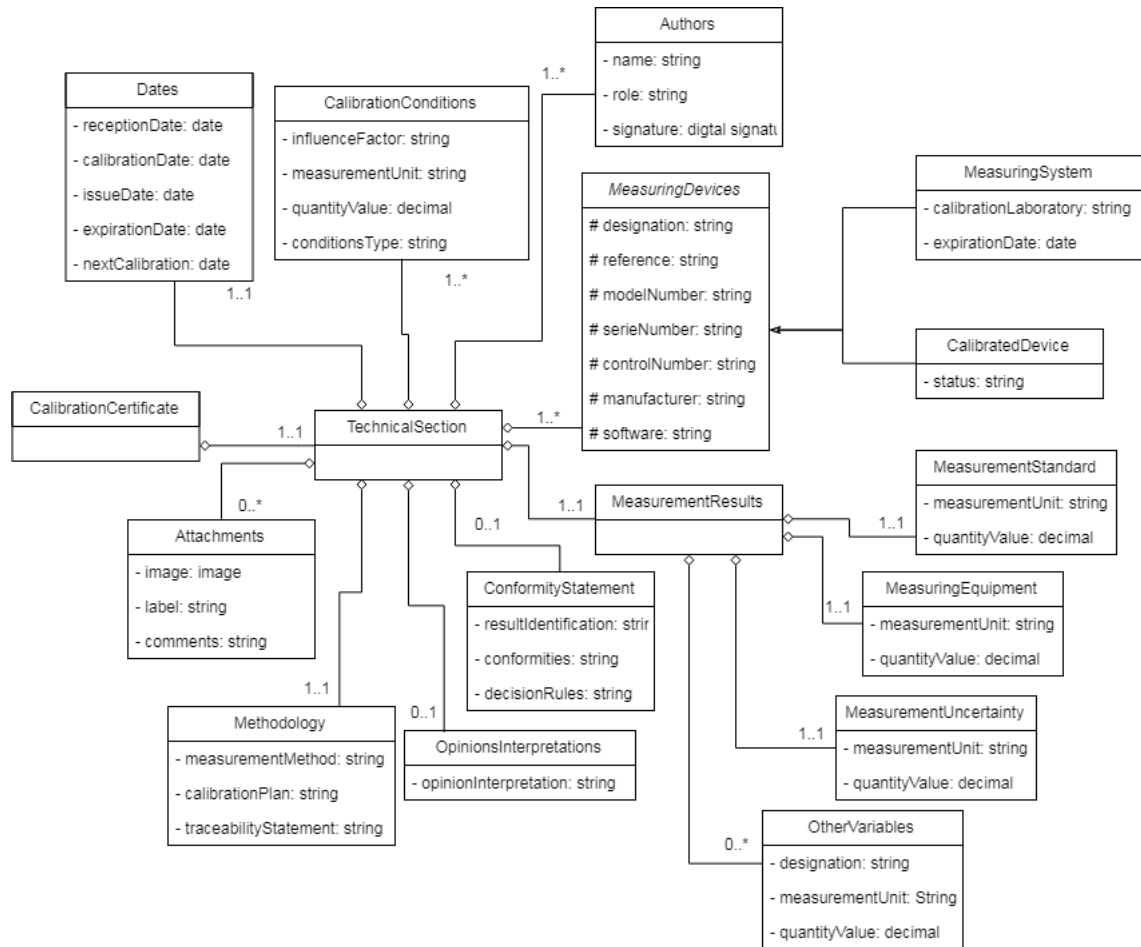


Figura 8 - Diagrama de classes: Classes agregadas a TechnicalSection

O nível “TechnicalSection” é um campo complexo que inclui outros campos de informação complexos relativos a informação mais técnica contida num certificado de calibração. A ocorrência deste campo só deve ser contada uma vez por certificado de calibração. A estrutura do campo “TechnicalSection”, abaixo descrita, é apresentada na Figura 8:

1. MeasuringDevices

- Contém informação relacionada com os equipamentos utilizados no processo de calibração;
- Todos os campos incluídos no nível “MeasuringDevices” devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo complexo.

2. CalibrationConditions

- Contém informação sobre as condições em que as calibrações foram realizadas que possam afetar os resultados de medição.
- Este campo deve estar devidamente identificado na emissão do documento final;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;

- Este campo deve ser repetido sempre que seja necessário indicar um fator que possa ter influência nos resultados de medição.
 - Campo complexo.
3. Dates
- Contém informação sobre as datas de importância para atestar a validade e qualidade dos resultados de calibração.
 - Todos os campos incluídos no nível “Dates” devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo complexo.
4. Methodology
- Contém informação relativa aos métodos utilizados pelo laboratório de calibração que presta o serviço;
 - Todos os campos incluídos no nível “Methodology”, assim como o próprio campo, devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo complexo.
5. ConformityStatement
- Campo relativo à declaração de conformidade;
 - Todos os campos incluídos no nível “ConformityStatement”, assim como o próprio campo, devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo complexo.
6. Authors
- Contém informação relativa aos colaboradores que realizam e autorizam a emissão do certificado de calibração.
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo complexo.
7. MeasurementResults
- Contém informação relativa aos resultados de calibração;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo complexo.
8. OpinionsInterpretations
- Contém informação relativa às opiniões e interpretações sobre os resultados obtidos;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo complexo.
9. Attachments
- Contém ficheiros complementares ao certificado de calibração;
 - Este campo deve ser repetido por cada ficheiro a ser incluído;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo complexo.

5.1.9 Nível “MeasuringSystem”

O nível “MeasuringSystem” é um campo complexo que inclui informação relacionada com o(s) equipamento(s) que efetua(m) o processo de calibração. A Figura 9 apresenta a estrutura deste campo:

1. CalibrationLaboratory
 - Indicação do ID atribuído ao laboratório de calibração que presta o serviço;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples formatado como *string*, com um comprimento máximo de 10 caracteres;
 - **Observações:** O ID atribuído ao laboratório de calibração deve ser igual ao atribuído pelo IPAC no sentido de procurar cumprir com uma uniformização estabelecida por uma entidade reconhecida e ao indicado no campo “Laboratory”.
2. ExpirationDate
 - Indicar a data de validade do certificado de calibração do sistema de medição utilizado na calibração;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *date*, com a estrutura: mm/aaaa
3. MeasuringDevices
 - Contém informação relacionada com os equipamentos utilizados no processo de calibração;
 - Todos os campos incluídos no nível “MeasuringDevices” devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo complexo.

5.1.10 Nível “CalibratedDevice”

O nível “CalibratedDevice” é um campo complexo que inclui informação relacionada com o equipamento a ser calibrado. A Figura 9 apresenta a estrutura deste campo:

1. Status
 - Descrição do estado em que se encontra o equipamento a ser calibrado;
 - Este campo deve ser incluído quando for considerado necessário pelos técnicos de calibração;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 500 caracteres
2. MeasuringDevices
 - Contém informação relacionada com os equipamentos utilizados no processo de calibração;
 - Todos os campos incluídos no nível “MeasuringDevices” devem estar devidamente identificados na emissão do documento final;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo complexo

5.1.11 Nível “MeasuringDevices”

O nível “MeasuringDevices” é um campo complexo que inclui informação relativa aos equipamentos utilizados durante o processo de calibração. A Figura 9 apresenta a estrutura deste campo:

1. Designation
 - Define a designação atribuída ao equipamento em causa;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.
2. Reference
 - Indicação do número de referência do equipamento em causa;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 50 caracteres.
3. ModelNumber
 - Indicação do modelo do equipamento em causa;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 50 caracteres.
4. SerieNumber
 - Indicação do número de série do equipamento em causa;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 50 caracteres.
5. ControlNumber
 - Indicação do número de controlo do equipamento em causa;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 50 caracteres.
6. Manufacturer
 - Indicação do nome do fabricante do equipamento em causa;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.
7. Software
 - Indicação do software do equipamento em causa;
 - Deve ser incluída a versão se disponível;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 50 caracteres.

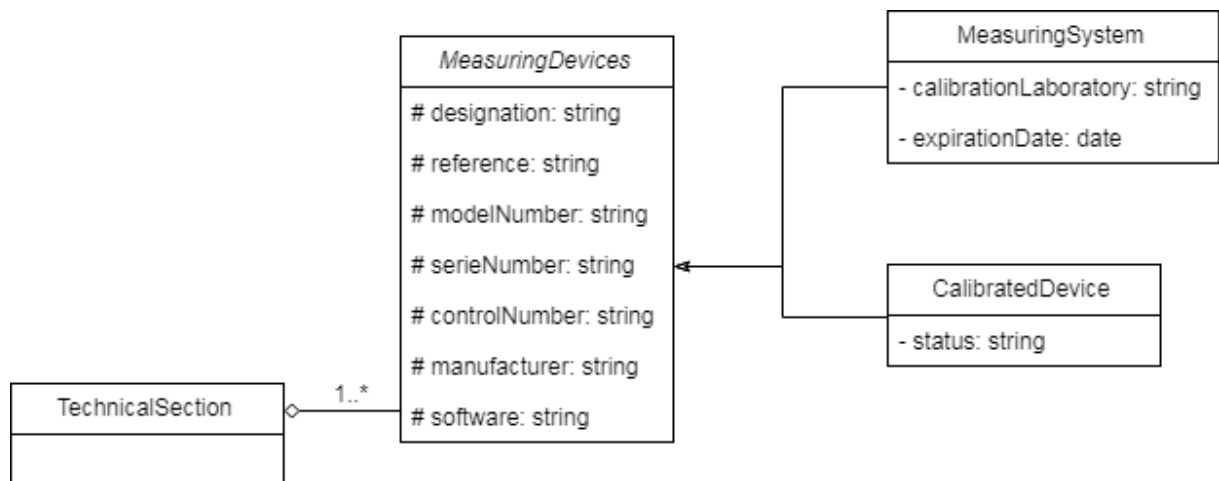


Figura 9 - Diagrama de classes: MeasuringDevices

5.1.12 Nível “CalibrationConditions”

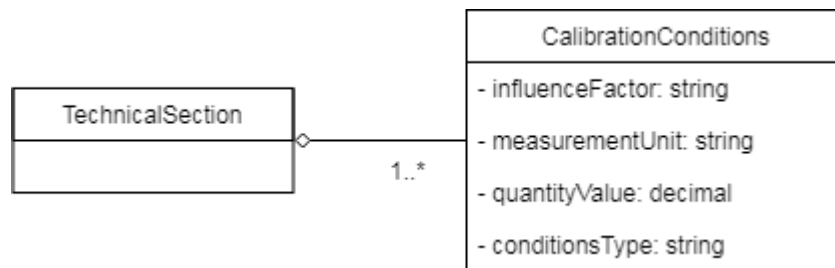
Neste campo inclui-se informação relacionada com as condições em que a calibração foi realizada e que possam afetar os resultados de medição. A Figura 10 apresenta a estrutura de informação deste nível, abaixo descrito:

1. InfluenceFactor
 - Indicação do nome do fator de influência nos resultados de calibração;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 50 caracteres.
2. QuantityValue
 - Indicação do valor atribuído ao fator de influência em causa;
 - O valor deste campo não deve nunca ser nulo;
 - Este campo é o resultado do anterior, devendo estar a ele associado;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *decimal*, com um comprimento máximo de 10 caracteres.
3. MeasurementUnit
 - Indicação da unidade de medida aplicável tendo em conta o fator de influência;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, no formato *string*, com 3 caracteres, sendo que estes correspondem ao código da unidade de medida;
 - **Codificação:** Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional, utilizado pelas Nações Unidas.
4. ConditionType
 - Indicação do tipo de condição de calibração do fator de influência;
 - Os fatores de influência devem ser agrupados tendo em conta o tipo de condição;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;

- Campo simples, formatado como *integer*, com um comprimento máximo de 1 caracter;
- **Codificação:** Tabela 5.

Tabela 5 - Codificação nível "CalibrationConditions"

<i>Código</i>	<i>Descrição</i>
1	Condições ambientais
2	Condições de medição
3	Condições do equipamento

**Figura 10 - Diagrama de classes: CalibrationConditions****5.1.13 Nível "Dates"**

O nível "Dates" é um campo complexo que inclui informação relativa às datas de importância para atestar a validade e qualidade dos resultados de calibração. A Figura 11 apresenta a estrutura de informação deste campo abaixo descrito:

1. ReceptionDate
 - Indicação da data em que o equipamento a ser calibrado foi recebido no laboratório de calibração que presta o serviço;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório no caso de ser crítico para a validade e aplicabilidade dos resultados;
 - Campo com o formato date, com a estrutura: aaaa/mm/dd.
2. CalibrationDate
 - Indicação da data em que a calibração foi realizada;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo com o formato date, com a estrutura: aaaa/mm/dd.
3. IssueDate
 - Indicação da data em que o certificado de calibração foi emitido;
 - Este campo é de preenchimento automático, assumindo a data configurada no sistema utilizado para emissão do documento;
 - Campo com o formato date, com a estrutura: aaaa/mm/dd.
4. ExpirationDate
 - Indicação da data de validade da calibração;

- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo com o formato date, com a estrutura: aaaa/mm.

5. NextCalibration

- Indicação da data da próxima calibração;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo com o formato date, com a estrutura: aaaa/mm.

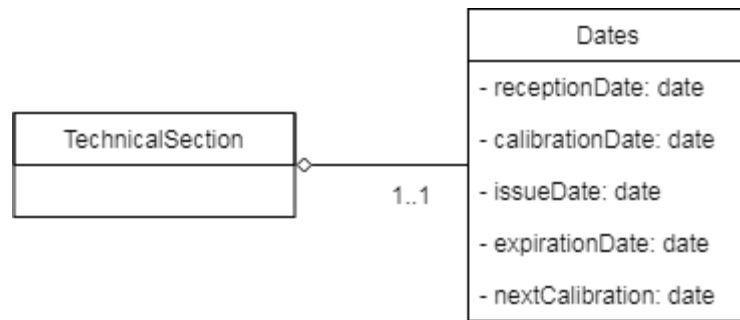


Figura 11 - Diagrama de classes: Dates

5.1.14 Nível “Methodology”

O nível “Methodology” é um campo complexo que inclui informação relativa aos métodos utilizados pelo laboratório de calibração que presta o serviço. A estrutura deste campo, apresentada na Figura 12, é descrita de seguida:

1. MeasurementMethod

- Identificação do método utilizado;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.

2. CalibrationPlan

- Identificação dos planos e procedimentos utilizados;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.

3. TraceabilityStatement

- Descrição onde é evidenciada a rastreabilidade das medições;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;

- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 500 caracteres.

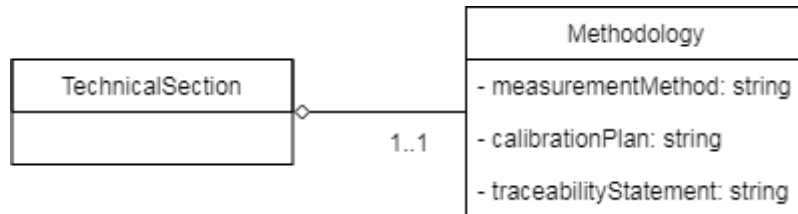


Figura 12 - Diagrama de classes: Methodology

5.1.15 Nível “ConformityStatement”

O nível “ConformityStatement” é um campo complexo relativo à declaração de conformidade. A estrutura deste campo, apresentada na Figura 13, é descrita de seguida:

1. ResultIdentification

- Identificação dos resultados a que se aplica a declaração de conformidade;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 300 caracteres.

2. Conformities

- Identificação de especificações, standards ou partes deles que são ou não cumpridas;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 300 caracteres.

3. DecisionRules

- Identificação das regras de decisão aplicadas no caso de não serem inerentes à especificação ou standard solicitado;
- Este campo é de preenchimento opcional;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 500 caracteres.

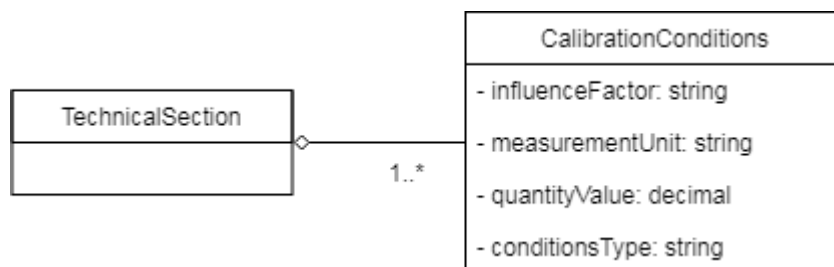


Figura 13 - Diagrama de classes: ConformityStatement

5.1.16 Nível “Authors”

O nível “Authors” é um campo complexo com informação relativa aos colaboradores que realizam e autorizam a emissão do certificado de calibração. A estrutura deste campo, apresentada na Figura 14, é descrita de seguida:

1. Name

- Indicação do nome do técnico;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.

2. Role

- Indicação da função desempenhada pelo técnico no laboratório de calibração a prestar o serviço;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.

3. Signature

- Introdução da assinatura digital
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como assinatura digital.

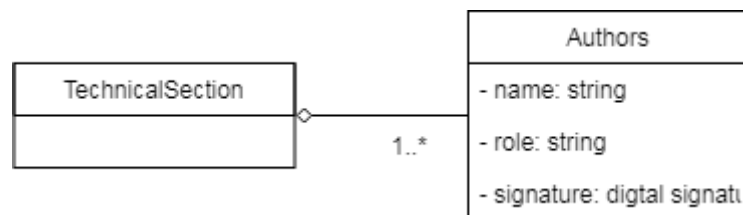


Figura 14 - Diagrama de classes: Authors

5.1.17 Nível “MeasurementResults”

O nível “MeasurementResults” é um campo complexo com informação relativa aos resultados de calibração. A estrutura deste campo é apresentada na Figura 15 e descrita de seguida:

1. MeasurementStandard

- Variável de entrada obrigatória na apresentação dos resultados de calibração;
- Este campo é preenchido automaticamente com o valor “Padrão de medição”;
- Deve surgir no topo da primeira coluna de uma tabela;
- Este campo é de caráter obrigatório;
- Campo complexo.

a. MeasurementUnit

- Indicação da unidade de medida aplicável tendo em conta o padrão de medição;

- Este campo deve surgir no topo da coluna a que diz respeito junto ao campo complexo anterior;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, no formato *string*, com 3 caracteres, sendo que estes correspondem ao código da unidade de medida;
- **Codificação:** Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional, utilizado pelas Nações Unidas.

b. QuantityValue

- Indicação do valor de quantidade usado como referência tendo em conta o padrão de medição;
- O valor deste campo não deve nunca ser nulo;
- Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *decimal*, com um comprimento máximo de 10 caracteres.

2. MeasuringEquipment

- Variável de entrada obrigatória na apresentação dos resultados de calibração;
- Este campo é preenchido automaticamente com o valor “Equipamento de medição”;
- Deve surgir no topo da segunda coluna de uma tabela;
- Este campo é de carácter obrigatório;
- Campo complexo.

a. MeasurementUnit

- Indicação da unidade de medida aplicável tendo em conta o equipamento de medição;
- Este campo deve surgir no topo da coluna a que diz respeito junto ao campo complexo anterior;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, no formato *string*, com 3 caracteres, sendo que estes correspondem ao código da unidade de medida;
- **Codificação:** Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional, utilizado pelas Nações Unidas.

b. QuantityValue

- Indicação do valor de quantidade usado como referência tendo em conta o equipamento de medição;
- O valor deste campo não deve nunca ser nulo;
- Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa;
- O número de casas decimais deste campo deverá ser igual ao do campo relativo à incerteza expandida;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *decimal*, com um comprimento máximo de 10 caracteres.

3. MeasuringUncertainty

- Variável de entrada obrigatória na apresentação dos resultados de calibração;
- Este campo é preenchido automaticamente com o valor “Incerteza de medição”;
- Deve surgir no topo da terceira coluna de uma tabela;
- Este campo é de carácter obrigatório;
- Campo complexo.

a. MeasurementUnit

- Indicação da unidade de medida aplicável tendo em conta a incerteza de medição;
- Este campo deve surgir no topo da coluna a que diz respeito junto ao campo complexo anterior;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, no formato *string*, com 3 caracteres, sendo que estes correspondem ao código da unidade de medida;
- **Codificação:** Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional, utilizado pelas Nações Unidas.

b. QuantityValue

- Indicação do valor de quantidade usado como referência tendo em conta a incerteza de medição;
- O valor deste campo não deve nunca ser nulo;
- Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa;
- O valor numérico da incerteza expandida deve ser dado, no máximo a dois valores significativos. Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *decimal*, com um comprimento máximo de 10 caracteres.

4. OtherVariables

- Outras variáveis consideradas importantes para os resultados de calibração e sua interpretação;
- Este campo é de carácter obrigatório;
- Campo complexo.

a. Designation

- Define o nome da variável em causa;
- Este campo deve surgir no topo da coluna relativa à apresentação de outras variáveis;
- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 20 caracteres.

b. MeasurementUnit

- Indicação da unidade de medida aplicável tendo em conta a variável;

- Este campo deve surgir no topo da coluna a que diz respeito junto ao campo simples anterior;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, no formato *string*, com 3 caracteres, sendo que estes correspondem ao código da unidade de medida;
 - **Codificação:** Códigos para Unidades de Medida usadas no Comércio Internacional, utilizado pelas Nações Unidas.
- c. QuantityValue
- Indicação do valor de quantidade usado como referência tendo em conta o padrão de medição;
 - O valor deste campo não deve nunca ser nulo;
 - Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *decimal*, com um comprimento máximo de 10 caracteres.

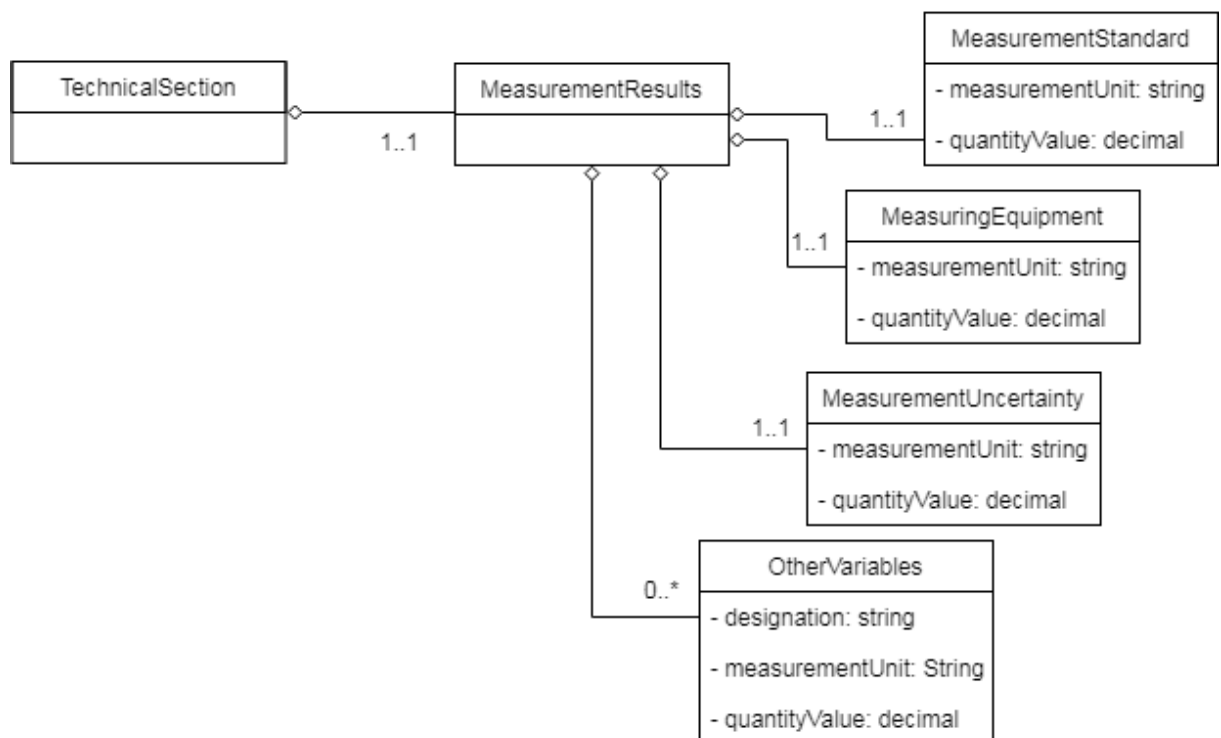


Figura 15 - Diagrama de classes: MeasurementResults

5.1.18 Nível “OpinionsInterpretation”

O nível “OpinionsInterpretations” é um campo complexo com informação relativa às opiniões e interpretações sobre os resultados obtidos. A estrutura deste campo é apresentada na Figura 16 e descrita de seguida:

1. OpinionInterpretation

- Indicação de opiniões ou interpretações consideradas oportunas pelos técnicos autorizados do laboratório de calibração a prestar o serviço;

- Este campo é de preenchimento obrigatório;
- Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 500 caracteres.

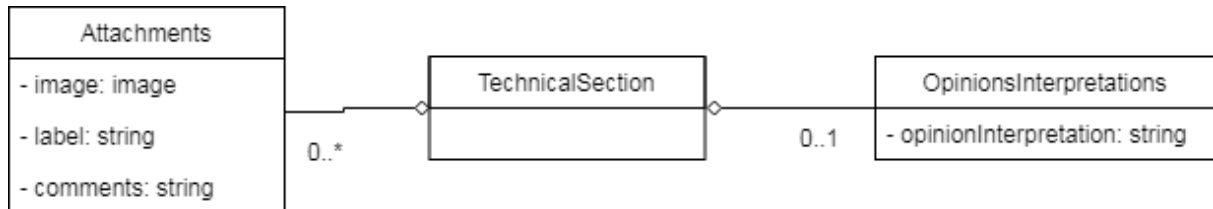


Figura 16 - Diagrama de classes: Attachments e OpinionsInterpretations

5.1.19 Nível “Attachments”

O nível “Attachments” é um campo complexo onde são incluídos ficheiros complementares ao certificado de calibração. A estrutura deste campo é apresentada na Figura 16 e descrita de seguida:

1. Image
 - Este campo inclui informação complementar, como podem ser exemplo fotografias ou gráficos;
 - Este campo deve ser convertido para imagem;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório
 - Campo simples, formatado como *imagem*.
2. Label
 - Descrição indicativa do conteúdo do campo simples anterior;
 - Este campo é de preenchimento obrigatório;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 100 caracteres.
3. Comments
 - Indicação de comentário em relação à imagem inserida;
 - Este campo é de preenchimento opcional;
 - Campo simples, formatado como *string*, com um comprimento máximo de 500 caracteres.

No Anexo E é possível consultar as tabelas relativas à especificação do formato até agora descrito. As mesmas são apresentadas de acordo com as relações definidas na estrutura de informação, com um nome associado e a respetiva tag a ser utilizada no modelo em XML, uma descrição, a indicação da obrigatoriedade ou não do campo, notas técnicas e o formato em que deve ser apresentado.

5.2 Certificado de calibração em formato XML

Um dos objetivos deste projeto passava pela adaptação da estrutura definida para um formato *standard* de comunicações. Como técnica de validação perante o cliente essa mesma estrutura foi desenvolvida em XML e pode ser consultada no Anexo F.

Nesse sentido, foram desenvolvido dois ficheiros distintos. O primeiro relativo apenas à classe dos resultados de medição, uma vez que é uma das partes mais importante e mais crítica de um certificado de calibração. E o segundo, utilizando um certificado de calibração emitido pelo LAC, representa a restante estrutura de informação definida ao longo desta dissertação.

Na Figura 17 podemos ver parte do certificado de calibração. O Seguinte extrato do protótipo em XML corresponde aos atributos da secção “HeaderSection” que na imagem estão sinalizados a vermelho:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CalibrationCertificate>
  <HeaderSection>
    <Title>Certificado de Calibração</Title>
    <ID>A.18.012095</ID>
    <Pages>Página 1 de 4</Pages>
    <PurchaseOrder>ENC001</PurchaseOrder>
    <ReproductivityStatement>Este certificado não pode ser reproduzido parcialmente e sem
autorização prévia do laboratório de calibração</ReproductivityStatement>
    <CorrespondenceStatement>Este certificado é válido exclusivamente para o
equipamento identificado.</CorrespondenceStatement>
```

A informação circundada a azul corresponde a todos os elementos que devem estar contidos no campo de informação “Laboratory”:

```
<Laboratory>
  <Designation>Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia
Industrial</Designation>
  <ID>M0107</ID>
  <CalibrationPlace></CalibrationPlace>
  <Logo>Imagem</Logo>
  <Address>
    <StreetName>Rua Dr. Roberto Frias</StreetName>
    <DoorNumber>400</DoorNumber>
    <FloorNumber></FloorNumber>
    <City>Porto</City>
    <PostalCode>4200-465</PostalCode>
    <Region>Porto</Region>
    <Country>PT</Country>
  </Address>
  <Contacts>
    <Telephone></Telephone>
    <Fax></Fax>
    <Email></Email>
    <Website> http://www.inegi.up.pt</Website>
  </Contacts>
</Laboratory>
```

1/4


inegi driving science & innovation
 Laboratório de Aerodinâmica e Calibração

Certificado de calibração A.18.012095 de 2018-06-06
Calibration certificate

Equipamento / equipment

Tipo Type	Tubo de Pitot tipo S
Marca Manufacturer	n/disp
Modelo Model	Tipo S
Número de série Serial number	LAC PIT 05
Outra referência Other reference	

Cliente | Customer

Cliente Customer	INEGI
Morada Address	Rua Dr. Roberto Frias, 400 4200-465 Porto
Encomenda Order	ENC001

Calibração | Calibration

Observações Remarks	Equipamento em bom estado físico.
Data Date	06/06/2018

Realizada por:
Performed by:



Luis Mendes
Técnico de Laboratório
Laboratory technician

Aprovada por:
Approved by:



Miguel Marques
Responsável Técnico
Head of the Laboratory

Validade deste certificado assegurada pela assinatura digital qualificada do documento PDF emitida pela MULTICERT - serviços de certificação eletrónica, S.A.. Validity of this certificate ensured by the qualified digital signature of the PDF document issued by MULTICERT - serviços de certificação eletrónica, S.A..

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada por um fator de expansão k=2, o qual, para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade expandida de aproximadamente 95%. The reported expanded uncertainty is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k=2, which for a normal distribution, corresponds to a coverage probability of approximately 95%.

O IPAC é um dos signatários do Acordo de Reconhecimento Mútuo de EA e do ILAC para calibrações. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC-MRA for calibrations.

Este certificado é válido exclusivamente para o equipamento identificado. This certificate is valid exclusively for the identified equipment.

Este certificado só pode ser reproduzido na íntegra, exceto se for previamente autorizado pelo laboratório e por escrito. This certificate shall not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial
Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal
<http://www.inegi.up.pt>
INEGI | LAC A.18.012095 LB13.18.2

Figura 17 - Certificado de calibração LAC: Correlação com protótipo

Apesar de não vermos nenhum ID mencionado no certificado de calibração, na especificação da estrutura de informação é definido que esse campo deve ser identificado de acordo com a atribuição dada pelo IPAC. É a esse número que corresponde o valor expresso no excerto anterior.

No elemento relativo ao país é introduzido o código de Portugal de acordo com a norma estabelecida na especificação. Apesar de no certificado não estar em uso, na estrutura de informação a referência ao país deve ser feita seguindo esta especificação.

No certificado utilizado como exemplo não é associado nenhum número de telefone ao laboratório. Tal, poderia implicar a invalidade do documento depois da sua associação um XSD com as regras de especificação da estrutura de informação, uma vez que este elemento é definido como obrigatório.

Na Figura 17 podemos também identificar a verde a informação relativa ao cliente e apresentada no seguinte extrato:

```
<Customer>
  <Name>INEGI</Name>
  <ID></ID>
  <Logo></Logo>
  <Address>
    <StreetName>Rua Dr. Roberto Frias</StreetName>
    <DoorNumber>400</DoorNumber>
    <FloorNumber></FloorNumber>
    <City>Porto</City>
    <PostalCode>4200-465</PostalCode>
    <Region>Porto</Region>
    <Country></Country>
  </Address>
  <Contacts>
    <Telephone></Telephone>
    <Fax></Fax>
    <Email></Email>
    <Website></Website>
  </Contacts>
</Customer>
```

Mais uma vez o ficheiro não seria considerado válido pela falta de qualquer tipo de contacto do cliente.

Uma vez que o certificado de calibração usado como exemplo não faz referência à organização de calibração, não interessa transcrever a sua estrutura que pode ser consultada no Anexo F.

Na Figura 17 está também contida informação relativa à parte mais técnica do certificado de calibração. A amarelo poderemos identificar a informação contida nas linhas abaixo relacionada com o equipamento a ser calibrado:

```
<TechnicalSection>
  <CalibratedDevice>
    <Status>Equipamento em bom estado físico.</Status>
    <MeasuringDevices>
      <Designation>Tubo de Pitot tipo S</Designation>
      <Reference></Reference>
      <ModelNumber>Tipo S</ModelNumber>
      <SerieNumber>LAC PIT 05</SerieNumber>
      <ControlNumber></ControlNumber>
      <Manufacturer></Manufacturer>
      <Software></Software>
```

</MeasuringDevices>
</CalibratedDevice>

INEGI
Laboratório de Aerodinâmica e Calibração

2/4

Procedimento / Procedure

Procedimento Procedure	PF.02.06 - Calibração de tubos de Pitot e sondas de velocidade
---------------------------	--

Equipamento Equipment	LAC PIT 05
--------------------------	------------

Instalação Setup	Túnel de vento do LAC (002.17.ED)
---------------------	-----------------------------------

Posicionamento / positioning

Ø sonda [cm] Ø probe diameter [cm]	50,0
---------------------------------------	------

Comp. sonda [cm] Probe length [cm]	1,0
---------------------------------------	-----

Área sonda [cm ²] Area of probe [cm ²]	50
---	----

Área do túnel [cm ²] Wind tunnel area [cm ²]	10.000
---	--------

Rácio bloqueio [-] Blockage ratio [-]	0,01
--	------

Condições de ar no túnel de vento / Air conditions at wind tunnel

Temperatura [°C] Temperature [°C]	23.2 ± 0.8 °C
--------------------------------------	---------------

Humidade rel. [%] Rel. humidity [%]	58.7 ± 3.6 %
--	--------------

Pressão [hPa] Pressure [hPa]	1001.6 ± 0.7 hPa
---------------------------------	------------------

Figura 18 - Certificado de calibração LAC: Correlação com protótipo

Na página dois do certificado de calibração (Figura 18) podemos observar vários campos distintos, contudo, de acordo com o formato definido, todos os campos assinalados a vermelho são incluídos em “CalibrationConditions” tendo apenas que ser alterado o tipo de condição a que correspondem.

A transcrição em XML apresentada de seguida corresponde aos elementos que se encaixam no campo relativo às condições de calibração e que estão circundados a vermelho na Figura 18:

<CalibrationConditions>

<InfluenceFactor>Temperatura</InfluenceFactor>

<MeasurementUnit>CEL</MeasurementUnit>

<QuantityValue>23.2 +- 0.8</QuantityValue>

<ConditionType>Ambiental</ConditionType>

</CalibrationConditions>

<CalibrationConditions>

<InfluenceFactor>Presssão</InfluenceFactor>

<MeasurementUnit>A97</MeasurementUnit>

<QuantityValue>1001.6 +- 0.7</QuantityValue>

<ConditionType>Ambiental</ConditionType>

</CalibrationConditions>

```

<CalibrationConditions>
  <InfluenceFactor>Humidade Relativa</InfluenceFactor>
  <MeasurementUnit>P1</MeasurementUnit>
  <QuantityValue>58.7 +- 3.6</QuantityValue>
  <ConditionType>Ambiental</ConditionType>
</CalibrationConditions>
<CalibrationConditions>
  <InfluenceFactor>Diâmetro Sonda</InfluenceFactor>
  <MeasurementUnit>CMT</MeasurementUnit>
  <QuantityValue>50.0</QuantityValue>
  <ConditionType>Sistema de medição</ConditionType>
</CalibrationConditions>
<CalibrationConditions>
  <InfluenceFactor>Comprimento da Sonda</InfluenceFactor>
  <MeasurementUnit>CMT</MeasurementUnit>
  <QuantityValue>1.0</QuantityValue>
  <ConditionType>Sistema de medição</ConditionType>
</CalibrationConditions>
<CalibrationConditions>
  <InfluenceFactor>Área da Sonda</InfluenceFactor>
  <MeasurementUnit>CMK</MeasurementUnit>
  <QuantityValue>50</QuantityValue>
  <ConditionType>Sistema de medição</ConditionType>
</CalibrationConditions>
<CalibrationConditions>
  <InfluenceFactor>Área do tunel</InfluenceFactor>
  <MeasurementUnit>CMK</MeasurementUnit>
  <QuantityValue>10.000</QuantityValue>
  <ConditionType>Sistema de medição</ConditionType>
</CalibrationConditions>
<CalibrationConditions>
  <InfluenceFactor>Rácio bloqueio</InfluenceFactor>
  <MeasurementUnit></MeasurementUnit>
  <QuantityValue>0.01</QuantityValue>
  <ConditionType>Sistema de medição</ConditionType>
</CalibrationConditions>

```

Na mesma página é feita uma pequena referência novamente ao equipamento calibrado e é dada indicação de qual o equipamento utilizado no processo de calibração, no campo assinalado a amarelo na Figura 18. As linhas abaixo correspondem ao excerto onde deve ser incluída essa informação:

```

<MeasuringSystem>
  <CalibrationLaboratory></CalibrationLaboratory>
  <ExpirationDate></ExpirationDate>
  <MeasuringDevices>
    <Designation>Túnel de vento</Designation>
    <Reference></Reference>
    <ModelNumber></ModelNumber>
  </MeasuringDevices>
</MeasuringSystem>

```

```

<SerieNumber></SerieNumber>
<ControlNumber></ControlNumber>
<Manufacturer></Manufacturer>
<Software></Software>
</MeasuringDevices>
</MeasuringSystem>

```

Em relação aos campos relativos às datas de relevância para a calibração, apenas uma das datas é mencionada quando, de acordo com o formato deveriam ser pelo menos duas, a data de calibração e a de emissão. Na Figura 17 assinalado a rosa está o campo correspondente às linhas seguintes:

```

<Dates>
  <ReceptionDate></ReceptionDate>
  <CalibrationDate>06/06/2018</CalibrationDate>
  <IssueDate></IssueDate>
  <ExpirationDate></ExpirationDate>
  <NextCalibration></NextCalibration>
</Dates>

```

O campo “Methodology” tem indicações nas duas primeiras páginas do certificado utilizado como exemplo. O extrato da estrutura de informação apresentada abaixo diz respeito aos elementos identificados a castanho na Figura 17 e na Figura 18:

```

<Methodology>
  <MeasurementMethod>PF.02.06 - Calibração de tubos de Pitot e sondas de
velocidade</MeasurementMethod>
  <CalibrationPlan></CalibrationPlan>
  <TraceabilityStatement>A incerteza expandida apresentada está expressa pela
incerteza padrão multiplicada por um fator de expansão k=2, o qual, para uma distribuição
normal, corresponde a uma probabilidade expandida de aproximadamente
95%</TraceabilityStatement>
</Methodology>

```

Uma vez que neste certificado não é apresentada nenhuma declaração de conformidade, avançamos para o campo relativo aos autores presente na página um do certificado e que podemos ver circundadas a preto na Figura 17:

```

<Authors>
  <Name>Luís Mendes</Name>
  <Role>Técnico de Laboratório</Role>
  <Signature></Signature>
  <Name>Miguel Marques</Name>
  <Role>Responsável Técnico</Role>
  <Signature></Signature>
</Authors>

```

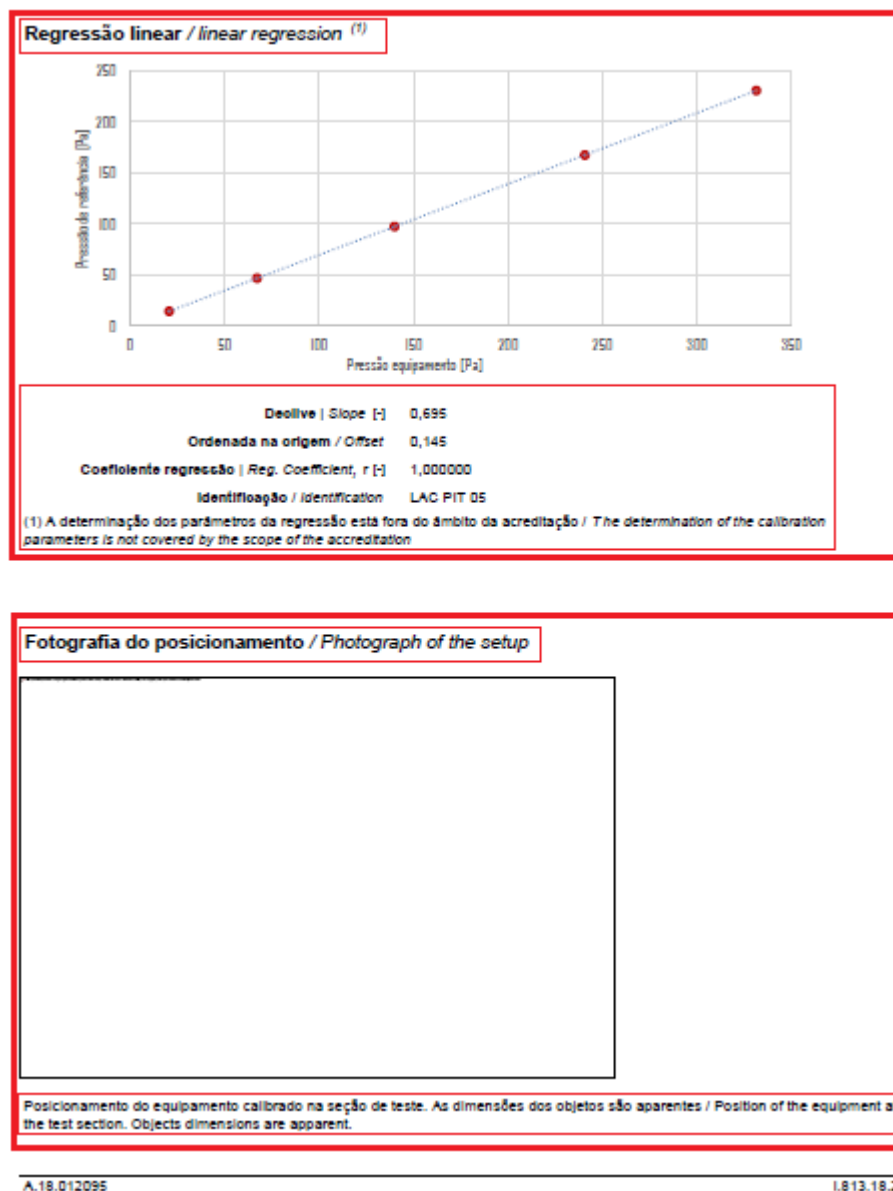


Figura 19 - Certificado de calibração LAC: Correlação protótipo

Na página final do certificado (Figura 19) podemos ver anexadas duas imagens, que poderão ser incluídas nas *tags* relativas ao campo “Attachments”, assim como a restante informação contida na mesma página:

<Attachments>

<Image>Imagem</Image>

<Caption>Regressão Linear (1)</Caption>

<Comments>Declive | Slope [-] 0,695

Ordenada na origem / Offset 0,145

Coefficiente regressão | Reg. Coefficient, r [-] 1,000000

Identificação / Identification LAC PIT 05

(1) A determinação dos parâmetros da regressão está fora do âmbito da acreditação /

The determination of the calibration parameters is not covered by the scope of the accreditation</Comments>

```

<Image>Imagem</Image>
<Caption>Fotografia do posicionamento</Caption>
<Comments>Posicionamento do equipamento calibrado na seção de teste. As
dimensões dos objetos são aparentes</Comments>
</Attachments>
</TechnicalSection>
</CalibrationCertificate>

```

Como protótipo do campo “MeasurementResults” foi utilizado outro certificado de calibração, tendo neste exemplo sido associado um XSD ao documento XML para verificação da sua validade. Estes documentos podem ser consultado nos Anexos H e G, respetivamente.

Para que as especificações definidas no elemento “MeasurementUnit” sejam cumpridas deve ser associado ao XSD um outro documento do mesmo formato com a lista dos códigos enumerados no *Code for Units of Measure used in International Trade*. Também as especificações em relação à incerteza de medição não são explícitas no Schema associado, dado já envolverem um elevado conhecimento nessa linguagem e ser mais fácil determinar este tipo de restrições já num sistema de informação. Contudo, este XSD assegura que especificações simples como o cumprimento dos formatos estabelecidos nas tabelas de especificação são cumpridos, assim como o número de dígitos introduzidos e as vezes que determinado campo pode ser repetido e a obrigatoriedade em ser mencionado.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

A metrologia é uma ciência complexa e com um campo de aplicação muito diversificado. O desenvolvimento de sistemas nesta área implica um grande conhecimento da mesma para que, de facto, sejam abrangidos todos os pontos que exigem atenção. A calibração é o meio desenvolvido para garantir a qualidade de produtos e processos e, consequentemente de resultados. Por isso, a importância de desenvolver um sistema de informação de certificados de calibração que permita evitar erros no próprio processo, como os erros resultantes da transcrição manual de valores.

A especificação e estrutura de um modelo de dados para a construção de certificados de calibração digitais deve contemplar regras e normas associadas de forma direta ou indireta ao processo de calibração. Assim se diminui a probabilidade de erros humanos, aquando do preenchimento do modelo de certificados de calibração digitais.

Para que um dia, o erro humano deixe de ser uma preocupação para a metrologia, não é apenas no processo de calibração que a digitalização tem que começar, mas sim em toda a cadeia metrológica. Para isso, seria necessário que todos os dados fossem cruzados e interligados diretamente, desde a informação em bruto que um sistema de medição transmite, até ao armazenamento e interpretação feita pelo utilizador final.

A construção de uma ontologia na área da metrologia seria assim, um grande contributo, pois permite uma representação explícita do conhecimento, que pode ser entendida, não só por pessoas, mas também por computadores.

A concretização dos grandes objetivos definidos neste projeto - a melhoria na troca de certificados de calibração entre diferentes sistemas através da transcrição automática dos seus dados – poderá ser garantida por meio da estrutura de informação e sua especificação aqui definidas. Como trabalho futuro, a sua aplicação ao standard de comunicação mais adequado tornará estes objetivos concretizáveis. Com eles, será também garantida, a redução de erros, de tempos de execução e, consequentemente, de custos.

A implementação de um sistema para a troca de certificados de calibração é também visto como uma oportunidade de trabalho futuro. Para além de permitir uma implementação mais fácil das especificações definidas na dissertação desenvolvida, permitiria que os utilizadores pudessem fazer o preenchimento do certificado num ambiente mais intuitivo. Automaticamente, o modelo de informação era enviado no formato próprio sem que o utilizador tivesse que se adaptar a uma nova linguagem ou mesmo podendo converter o certificado de calibração no formato por ele definido. Podiam ainda neste sistema de informação ser integrados outros sistemas já utilizados pelo laboratório de calibração em questão, bem como ser integrados com o sistema dos clientes.

Para além disso, um sistema de informação permitiria a integração de tecnologias associadas à melhoria dos sensores e dos equipamentos desenvolvidas para economias de custos, redução dos tempo de configuração e segurança nas aplicações, como por exemplo o TEDS. O TEDS é um chip que carrega informações exclusivas do sensor, como uma impressão digital, que simplifica significativamente o manuseio de sensores. Este chip está associado a um padrão internacional que descreve o circuito conector do TEDS. Esta padronização oferece aos utilizadores a vantagem da tecnologia de sensores e amplificadores de diversos fabricantes serem combinados num único sistema. Como este, tantas outras tecnologias que aplicadas

numa interface de comunicação podem trazer vantagem competitiva aos laboratórios e mais uma vez, aumentar a sua qualidade.

Para além das variáveis obrigatórias nos resultados de medição de um certificado de calibração, como o padrão de medição, o valor no equipamento de medição e a incerteza, também alguns equipamentos e grandezas a medir têm a eles inerentes algumas variáveis. Esses equipamentos e grandezas, estão normalmente associados ao âmbito de acreditação de um laboratório e aos serviços que oferece, que raramente são alterados. Nesse sentido, um modelo de dados e especificação customizados de acordo com o âmbito de acreditação do laboratório de calibração poderia ser visto como uma melhoria nos softwares de prestação de serviços a laboratórios, assim como uma meio de obter melhor qualidade nos resultados.

Referências

- Admatic 2016, *XML: o que é e como criar um*. Disponível em: <https://blog.admatic.com.br/como-montar-um-xml/>. [25 Junho 2018]
- AMBIDATA 2018, *AMBIDATA*, Disponível em: <http://www.ambidata.pt/ambidata.aspx>. [4 Junho 2018]
- Batista, B. 2018 “*Importância da implementação ISO/IEC 17025*”, 24 de Abril de 2016, LinkedIn. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/import%C3%A2ncia-da-implementa%C3%A7%C3%A3o-isoiec-17025-bruna-batista>. [28 Maio 2018]
- Cabral, P. 2018, *Calibrar os equipamentos para evitar decisões erradas*, 13 Maio de 2018, LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/calibrar-os-equipamentos-para-evitar-decis%C3%B5es-erradas-paulo-cabral/>. [18 Abril 2018]
- CLX 2018, *UCP-EMI*. Disponível em: <https://www.clxcommunications.com/docs/atlas/sms/ucp.html>. [25 Junho 2018]
- Fidélis, Carlos Gilberto, *Incerteza de Medição*, Centro de Educação, consultoria e Treinamento, Brasil. Disponível em: http://www.cect.com.br/Incerteza%20de%20Medicao_cect.pdf. [15 Março 2018]
- Fluke corporation 2018, *Versão 9 do software de gerenciamento de calibração MET/CAL*. Disponível em: https://br.flukecal.com/products/calibration-software/met-cal%C2%AE-software/vers%C3%A3o-9-do-software-de-gerenciamento-de-calibra%C3%A7%C3%A3o-?quicktabs_product_details=0. [5 Junho 2018]
- FOLDOK 2017, *External Machine Interface*. Disponível em: <http://foldoc.org/External+Machine+Interface>. [24 Junho 2018]
- Fricker, S. Thuemmler, C. & Gavras, A. 2015, *Requirements Engineering for Digital Health*, Springer International Publishing, Suíça
- INEGI 2011, *A instituição*. Disponível em: <http://www.inegi.pt/instituicao.asp?idm=1&idsbm=5&LN=>. [6 Junho 2018]
- Instituto Português de Qualidade (2012) *Vocabulário Internacional da Metrologia – conceitos fundamentais e gerais e termos associados*, JCGM 200:2012. Disponível em: Instituto Português da Qualidade. [6 Março 2018]
- Instituto Português de Qualidade 2017, *Vocabulário Internacional - Termos de metrologia legal*. Disponível em: Instituto português da Qualidade. [29 Março 2018]
- IPAC 2015, *Avaliação da Incerteza de Medição em Calibração*, OGC010. Disponível em: Instituto Português de Acreditação. [28 Maio 2018]
- ISO (2004), *Conformity assessment – Vocabulary and general principles*, ISO/IEC 1700. Disponível em: Organização Internacional de Normalização. [8 Junho 2018]
- ISO 2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*, ISO 17025: 2017
- Johnston, M. & Chapman, A. 2018, *A Proposal for a Standard Calibration Data Format*. Disponível em: <https://eu.flukecal.com/literature/articles-and-education/electrical-calibration/white-paper/proposal-standard-calibration-d>. [28 Fevereiro 2018]

- JSON 2018, *Introducing JSON*. Disponível em: <https://www.json.org/>. [25 Junho 2018]
- Kossmann, M. 2013, *Requirements Management: How to Ensure You Achieve What You Need from Your Projects*. Routledge, Nova Iorque.
- Kuster, M. 2013, 'Toward a Metrology Information Infrastructure: standardize and automate' Metrologist. Disponível em: https://www.ncsli.org/pubs/metrologist/Jan_Metrologist_2013.pdf. [27 Fevereiro 2018]
- Loucopoulos, P. & Karakostas, V. 1995, *System requirements engineering*
- MSC Training Symposium 2017, Mark Kuster, MSC Training Symposium. Disponível em: <http://annualconf.msc-conf.com/speakers/mark-kuster/>. [7 Junho 2018]
- Norma Portuguesa (2005), *Sistemas de gestão de medição. Requisitos para processos de medição e equipamento de medição*, NP ISO 10012. Disponível em: Instituto Português de Qualidade. [17 Abril 2018]
- Numilaakso, J, & Kotinurmi, P. 2007, *A review of XML-based supply-chain integration*. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537280412331283937>. [25 Junho 2018]
- Pohl, K. 2010, *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles and Techniques*, Springer, Berlin.
- Pressman, R. 2011, *Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional*, McGraw Hill, Nova Iorque
- Ray, Erik T. 2001, *Learning XML*, O'Reilly, Sebastopol
- RELACRE 2017, *A revisão da Norma ISO/IEC 17025:2005*, 31 de Janeiro de 2017, RELACRE. Disponível em: http://www1.ipq.pt/PT/Site/Destaques/Documents/IPQ_IPAC/RELACRE_RevISO17025_31_012017_IPQ_IPAC.pdf. [8 Junho 2018]
- Schawartz, Michael L. 2018, 'Creating a Taxonomy for Metrology', Cal Lab - The International journal of metrology. Disponível em: https://www.callabmag.com/wp-content/uploads/2018/04/jan18_web.pdf#page=33. [2 Março 2018]
- Sommerville, I. 2004, *Software Engineering*, Addison Wesley, Boston
- Sousa, C. 2011, *A Metrologia em Laboratório Fabril*, IPP, Porto
- Tranchard, Sandrine 2018, *New edition of ISO/IEC 17025 just published*, 1 Dezembro de 2017, ISO. Disponível em: <https://www.iso.org/news/ref2250.html> [8 Junho 2018]
- UN/CEFACT 2006, *Codes for Units of Measure used in International Trade*, Recommendation No.20. Disponível em: United Nations Economic Commission for Europe. [12 Abril 2018]
- UNECE 2012, *Recommendation No. 20 - Codes for Units of Measure used in International Trade*, UNECE. Disponível em: <http://tfp.unece.org/contents/recommendation-20.htm>. [13 Abril 2018]
- VDI 2012, *Format for data exchange in management of measuring and testing equipment - Definition of Calibration Data Exchange-Format (CDE-Format)*, VDI/VDE 2623.
- VDI 2012, VDI/VDE 2623-2012. Disponível em: <http://www.doc88.com/p-1116369762571.html>. [28 Fevereiro 2018]

VDI 2018, *About us*. Disponível em: <http://www.vdi.eu/about-us/>. [7 Junho 2018]

VDI 2018, *VDI-Standard: VDI/VDE 2623, VDI*. Disponível em: http://www.vdi.eu/nc/guidelines/vdivde_2623-format_fuer_den_austausch_von_daten_im_pruefmittelmanagement_definition_des_calibrations_data_/. [7 Junho 2018]

W3schools 2018, *JSON vs XML*. Disponível em: https://www.w3schools.com/js/js_json_xml.asp. [25 Junho 2018]

Wikipédia 2018, *EMI (protocol)*. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/EMI_\(protocol\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EMI_(protocol)). [25 Junho 2018]

ANEXO A: Estrutura de dados do formato de troca de dados de calibração VDI/VDE 2623

Order

1. Header_section
 1. ID
 2. Date
 3. Time
 4. Language
 5. Version
 6. Creator
 7. Receipt ID
 8. Remark
 9. Buyer
 - a. ID
 - b. Company
 - c. Street
 - d. Zipcode
 - e. City
 - f. Country
 - g. Contact
 - h. Phone
 - i. Fax
 - j. Email
 - k. Accreditation
 - l. Delivery date
 - m. Return date
 - n. Kind of transport
 - o. Calibration laboratory
10. Supplier
 - a. ID
 - b. Company
 - c. Street
 - d. Zipcode
 - e. City
 - f. Country
 - g. Contact
 - h. Phone
 - i. Fax
 - j. Email
 - k. Accreditation

2. Technical_section

Position

1. Master_data
 - a. ID number
 - b. ID type
 - c. ID format
 - d. Designation
 - e. Group ID
 - f. Group form
 - g. Group (comentário)
 - h. Manufacturer
 - i. Type
 - j. Serial number
 - k. Supplier name

- l. Supplier order number
- m. Delivery date
- n. Price
- o. Currency
- p. Warranty end
- q. First calibration date
- r. Calibration interval
- s. Calibration interval unit
- t. Last calibration date
- u. Next calibration date
- v. Last calibration certificate number
- w. Status
- x. Condition
- y. Storage location
- z. Place of action
- aa. Cost center
- bb. Time of usage
- cc. Time of usage unit
- dd. Number of usage
- ee. Responsible contact
- ff. Responsible phone
- gg. Responsible fax
- hh. Responsible mail
- ii. Remark
- jj. Payroll key1
- kk. Payroll key2
- ll. Cert. company
- mm. Cert. street
- nn. Cert. zipcode
- oo. Cert. city
- pp. Cert. country
- qq. Properties
 - i. Property
 - 1. ID
 - 2. Type
 - 3. Name
 - 4. Value
 - 5. Unit
 - ii. Property
 - 1. ID
 - 2. Type
- rr. Additional ID numbers
 - i. Additional ID number
 - 1. Value
 - 2. ID type
 - 3. ID format
 - 4. Remark
 - ii. Additional_id_number
 - 1. Value
- ss. Accessories
 - i. Accessory
 - 1. Designation
 - ii. Accessory
 - 1. Designation
- tt. Documents
 - i. Document
 - 1. ID
 - 2. Type
 - 3. Filename
 - 4. Remark

sub_position

position

2. Buyer data

a. Logistic data

- i. Delivery date
- ii. Return date
- iii. Data only
- iv. Company
- v. Buyer ID
- vi. Kind of transport
- vii. Return company
- viii. Return street
- ix. Return zipcode
- x. Return city
- xi. Return country
- xii. Return contact
- xiii. Calibration laboratory
- xiv. Calibration location
- xv. Accreditation

b. Inspection plan

- i. ID
- ii. Version (como comentário)
- iii. Description
- iv. Calibration procedure
- v. Characteristics
 1. Character
 - a. ID
 - b. Class
 - c. Designation
 - d. Type
 - e. Nominal value
 - f. Upper limit
 - g. Lower limit
 - h. Unit
 - i. Remark
 - j. Attributes
 - i. Attribute
 1. Class
 2. Designation
 3. Value
 4. Upper_limit
 5. Lower_limit
 6. Unit
 7. Remark

c. Buyer directives

i. Buyer directive

1. Service instruction
2. Remark
3. Data instructions
 - a. Data instruction
 - i. Instruction
 - ii. Data formats
 1. Data format
 - a. Parameter
 - b. Value

3. Supplier data

a. Logistic data

- i. Delivery date
- ii. Return date
- iii. Data only
- iv. Company
- v. Buyer ID
- vi. Kind of transport
- vii. Return company
- viii. Return street
- ix. Return zipcode
- x. Return city
- xi. Return country
- xii. Return contact
- xiii. Calibration laboratory
- xiv. Calibration location
- xv. Accreditation

b. Calibrations

i. Calibration

1. Inspection plan

- a. ID
- b. Description
- c. Calibration procedure
- d. Characteristics

i. Character

1. Supplier character ID
2. Buyer character ID
3. Class
4. Designation
5. Type
6. Nominal value
7. Upper limit
8. Lower limit
9. Unit
10. Result value
11. Uncertainty
12. Unit uncertainty
13. Compliance
14. Remark
15. Attributes

a. Attribute

- i. Class
- ii. Designation
- iii. Value
- iv. Upper limit
- v. Lower limit
- vi. Unit
- vii. Remark

b. Attribute

- i. Class
- ii. Value

16. Traceabilities

a. Traceability

- i. ID number
- ii. Test equipment notation
- iii. Last calibration date
- iv. Last calibration certificate number

- v. Next calibration date
- 2. Result
 - a. Status
 - b. Compliance Statement
 - c. Certificate number
 - d. Calibration date
 - e. Calibration time
 - f. Next calibration date
 - g. Calibration certificate creating date
 - h. Head of calibration laboratory
 - i. Person in charge
 - j. Calibration principle
 - k. Remark
 - l. Pre certificate number
 - m. Results directives
 - i. Results directive
 - 1. Service instruction
 - 2. Remark
 - 3. Data instructions
 - a. Data instruction
 - i. Instruction
 - ii. Value
 - iii. Data formats
 - iv. Data format
 - v. Parameter
 - vi. Value

ANEXO B: Formato padrão de dados de calibração: Fluke

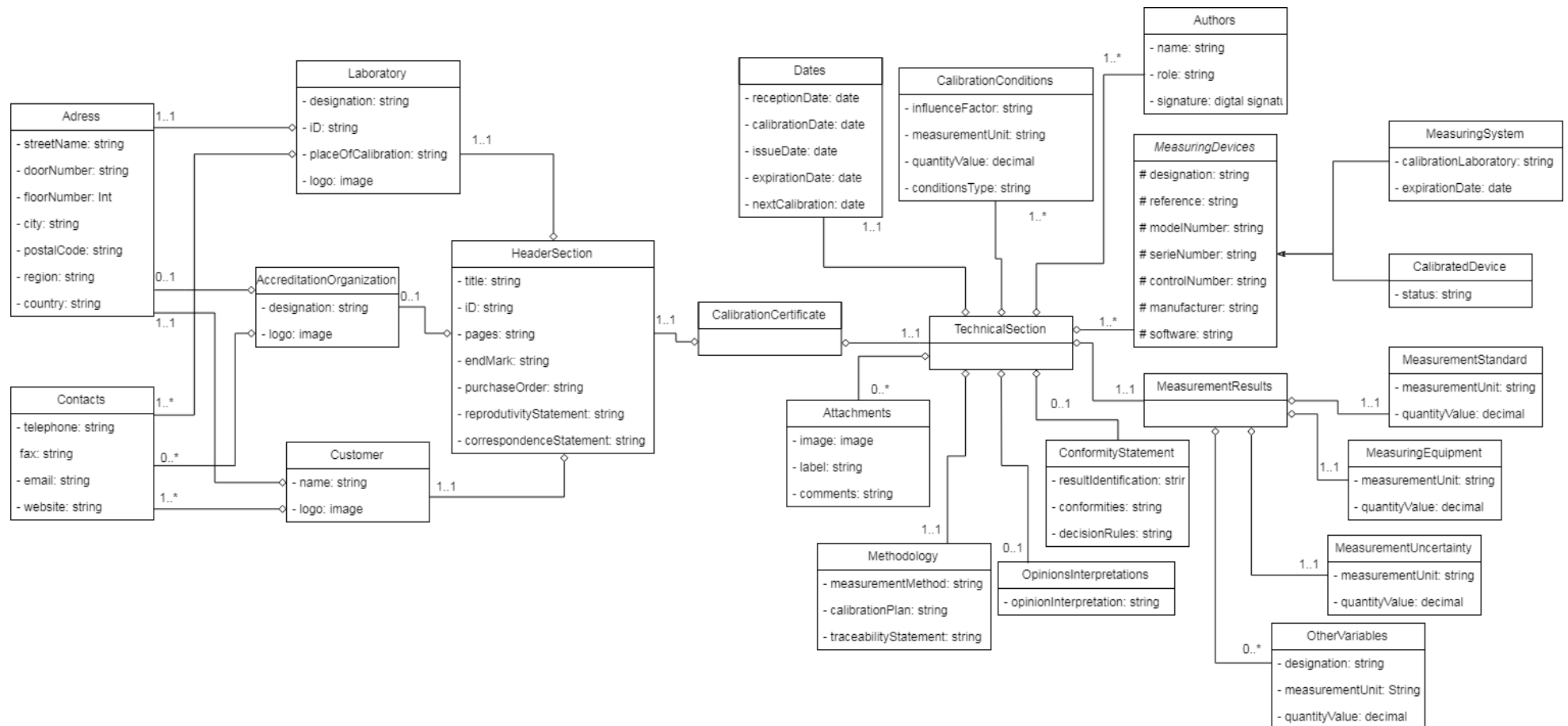
1. Order
 - a. Expected fields
2. Technical Items (Assets: DUT's and Standards)
 - a. Expected fields count
 - b. Header for technical list
 - c. "Master Data"
 1. Unique ID
 2. Description
 3. Manufacture
 4. Model number
 5. SN
 6. Supplier ID
 7. Properties
 1. Amount of additional Properties
 2. Value of property
 8. Secondary IDs
 9. Accessories
 1. Amount of Accessories
 2. Value of accessories
 1. 6b1, 6b2, 6b3, 6b4
 10. Sub-items
 1. Amount of sub-items
 2. Value of sub-items
 1. 6b1, 6b2, 6b3, 6b4
 11. Traceability of standard
 1. Unique ID – 6b1, 6b2, 6b3, 6b4
 2. Last calibration date
 3. Next calibration due date
 4. Service hash ID of calibration, 8a
 12. Additional fields as needed
3. Order ID (Work Order Number)
 - a. Expected fields count
 - b. Date/Time (Service Date/time)
 - c. ISO 639-1 (language)
 - d. Interface Version
 - e. Creator (Technician)
 - f. Purchaser/Buyer (Customer ID)
 - g. Supplier (Cal Lab)
 - h. Additional fields as needed
4. Buyer (unique customer ID)
 - a. Expected fields count
 - b. Company name (facility)
 - c. Street address
 - d. Zip Code
 - e. City/State
 - f. Additional fields as needed
5. Supplier Data
 - a. Expected fields count

- b. Supplier (lab unique identifier)
 - c. Company name
 - d. Supplier street address
 - e. Zip Code
 - f. City/State
 - g. Country
 - h. Additional fields as needed
- 6. Inspection Plan (Service)
 - a. Expected fields count
 - b. Service Type Description
 - c. Accreditation
 - d. Service Type ID (Procedure Name or ID#)
 - e. Date/time
 - f. Additional fields as needed
- 7. Inspection Plan Characteristics
 - a. Expected fields count
 - b. Service Type ID (hash of ST, and a run ID and date)
 - i. 6c
 - ii. 3a
 - c. Description
 - d. Service Type
 - e. Amount of tests
 - f. Amount of test points
 - g. Nominal Value
 - h. Upper Limit
 - i. Lower Limit
 - j. Units
 - k. Comment
 - l. Additional fields as needed
- 8. Calibration Results
 - a. Expected fields count
 - b. Service Type ID (hash of ST, and a run ID) PK
 - c. Section I#ID
 - d. Result
 - 1. Result value
 - 2. Unit
 - 3. Uncertainty
 - 4. Unit uncertainty
 - 5. Coverage factor
 - 6. Date/time
 - 7. Comment
 - e. Temp
 - 1. Unit
 - f. Humidity
 - 1. Unit
 - g. Location of test
 - 1. Supplier (Calibration Lab) PK
 - h. Primary Technician
 - i. Additional fields as needed
- 9. Additional data fields as needed
 - a. Expected amount of fields
 - b. Additional fields as needed

ANEXO C: Questionário: Restrições

1. Existe algum parâmetro que deva obrigatoriamente só incluir números inteiros ou decimais?
2. Existe algum parâmetro que deva assumir algum valor por defeito ou ter algum valor sempre fixo?
3. Existe algum intervalo entre o qual os resultados devam andar?
4. Deve existir um número de medições mínimo ou máximo, isto é, se há um limite para o número de linhas da tabela de resultados
5. Devemos estabelecer um "comprimento" máximo dos valores dos resultados por senso comum, por exemplo casa decimais a apresentar ou deixamos em aberto?

ANEXO D: Diagrama de classes UML: Modelo de dados para troca de certificados de calibração



ANEXO E: Especificação modelo de dados para troca de certificados de calibração

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate			M		
HeaderSection		Informação geral relativa ao documento e sua identificação	M	Este campo deve ser representado apenas uma vez	N/A
		Informação relacionada com o cliente e laboratório de calibração			
		Os campos devem ser preenchidos respeitando a norma ISO 17025			
TechnicalSection		Informação relacionada com a parte técnica do processo de calibração	M	Este campo deve ser representado apenas uma vez	N/A
		Os campos devem ser preenchidos respeitando a norma ISO 17025			

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection		Informação geral relativa ao documento e sua identificação Informação relacionada com o cliente e laboratório de calibração Os campos devem ser preenchidos respeitando a norma ISO 17025	M	Este grupo de informação deve ser representado apenas uma vez Todos os campos nele inserido devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Título (Title)	Título do documento	M	Este campo deverá surgir automaticamente preenchido com o título “Certificado de calibração” no topo do documento	Certificado de calibração
	Número de Identificação (ID)	Número de identificação única do certificado de calibração	M	O número de identificação deverá estar presente em todas as componentes do certificado	Texto (15)
	Número de páginas (Pages)	Número total de páginas do certificado de calibração Permite verificar a integridade do certificado de calibração	M	Em cada página deve ser indicado qual o seu número e o número total de páginas. Exemplo: 1/2	Texto (5)
	Nota de encomenda (PurchaseOrder)	Número de identificação único relativo à nota de encomenda do contrato de calibração em causa	M	Deve corresponder ao número indicado na nota de encomenda relativa ao contrato em causa. Este campo deve ser utilizada para cruzamento de informação relativa por exemplo ao	Texto (20)

				cliente ou ao equipamento a calibrar	
	Declaração de reprodução (ReproductivityStatement)	O certificado deve incluir uma declaração proibindo a reprodução do certificado sem aprovação prévia e apenas na íntegra	M	Este campo deverá surgir automaticamente preenchido com o texto “Este certificado não pode ser reproduzido parcialmente e sem autorização prévia do laboratório de calibração”	Texto menciona do em notas técnicas
	Declaração de correspondência (CorrespondenceStatement)	O laboratório deverá incluir uma declaração em como os resultados obtidos se relacionam apenas ao(s) equipamento(s) calibrado(s)	M	Este campo deverá surgir automaticamente preenchido com o texto “Este certificado é válido exclusivamente para o equipamento identificado”	Texto menciona do em notas técnicas
Laboratory		Informação geral relativa ao laboratório de calibração	M		N/A
Customer		Informação geral relativa ao cliente	M		N/A
AccreditationOrganization		Informação geral relativa à organização que acredita o laboratório	O		N/A
TechnicalSection		Informação relacionada com a parte técnica do processo de calibração Os campos devem ser preenchidos respeitando a norma ISO 17025	M		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
Laboratory		Informação geral relativa ao laboratório de calibração	M	Este grupo de informação deve ser representado apenas uma vez Todos os campos nele inserido devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Designação (Designation)	Nome atribuído ao laboratório de calibração	M		Texto (100)
	Identificador único do laboratório (ID)	Número que identifica de forma única o laboratório de calibração em causa	M	O número deverá ser atribuído de acordo com a certificação do IPAC	Texto (10)
	Local de calibração (CalibrationPlace)	Local onde foram realizadas as calibrações *No caso de as calibrações não terem sido realizadas no laboratório deverá ser indicado o local exato de realização (Departamento, oficina, sala, etc.)	M*		Texto (150)

	Logótipo (Logo)	Logótipo do laboratório de calibração O logótipo não deve ser visto como substituição da designação do laboratório de calibração	O		Imagem
Address		Morada completa do laboratório de calibração	M		N/A
Contacts		Contactos do laboratório de calibração	M		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
Customer		Informação geral relativa ao cliente	M	Este grupo de informação deve ser representado apenas uma vez Todos os campos nele inserido devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Nome (Name)	Nome do cliente	M		Texto

					(100)
	Identificador único do cliente (ID)	Número que identifica de forma única o cliente em causa	O	Este número é atribuído para referência interna	Texto (10)
	Logótipo (Logo)	Logótipo do cliente O logótipo não deve ser visto como substituição do nome do cliente	O		Imagem
Address		Morada completa do cliente	M		N/A
Contacts		Contactos do cliente	M		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
AcreditationOrganization		Informação geral relativa à organização que acredita o laboratório	O	Este grupo de informação deve ser representado apenas uma vez Todos os campos nele inserido devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Designação (Designation)	Nome atribuído à organização de acreditação	M		Texto (100)
	Identificador único da	Número que identifica de forma	M	O número deverá ser atribuído de	Texto

	organização de calibração (ID)	única a organização de acreditação		acordo com a certificação do ILAC	(10)
	Logótipo (Logo)	Logótipo da organização de acreditação O logótipo não deve ser visto como substituição da designação da organização de acreditação	O		Imagem
Address		Morada completa do cliente	O		N/A
Contacts		Contactos do cliente	O		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
Address		Morada completa do cliente	M		N/A
	Rua (StreetName)		M		Texto (100)
	Porta (DoorNumber)		M		Inteiro (4)
	Piso (FloorNumber)		O		Texto (5)
	Cidade (City)		M		Texto (20)
	Código Postal (PostalCode)		M		Texto

					(20)
	Distrito (Region)		O		Texto (20)
	País (Country)	Este campo deve ser preenchido de acordo com a norma ISO 3166-1 alpha-2	O	Este campo deve ser preenchido de acordo com a norma ISO 3166-1 alpha-2	Texto (2)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
Contacts		Contactos do cliente	O		N/A
	Telefone (Telephone)	Deve ser introduzido o indicativo	M	Este campo deve obrigatoriamente conter o símbolo + no início	Texto (20)
	Fax (Fax)	Deve ser introduzido o indicativo	O	Este campo deve obrigatoriamente conter o símbolo + no início	Texto (20)
	E-mail (Email)	Deve ser introduzido o endereço de correio eletrónico do laboratório e não o do responsável pelo mesmo	M	Este campo deve obrigatoriamente conter o símbolo @	Texto (60)
	Website (website)		O		Texto (60)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/	Notas técnicas	Formato
---------------------	------	-----------	-------------	----------------	---------

Opcional					
CalibrationCertificate					
HeaderSection		Informação geral relativa ao documento e sua identificação		Este campo deve ser representado apenas uma vez	N/A
		Informação relacionada com o cliente e laboratório de calibração	M		
		Os campos devem ser preenchidos respeitando a norma ISO 17025			
TechnicalSection		Informação relacionada com a parte técnica do processo de calibração		Este campo deve ser representado apenas uma vez	N/A
		Os campos devem ser preenchidos respeitando a norma ISO 17025	M		
MeasuringSystem		Informação relacionada com o equipamento que efetua a medição	O		N/A
CalibratedDevice		Informação relacionada com o equipamento a ser calibrado	M		N/A
CalibrationConditions		Condições em que as calibrações foram realizadas que possam afetar os resultados de medição	M		N/A
Dates		Datas essenciais para a validade e utilização dos resultados	M		N/A
Methodology		Referência os métodos utilizados	M		N/A

		pelo laboratório			
ConformityStatement		Declaração de conformidade	O		N/A
Authors		Identificação das pessoas que autorizam o certificado de calibração	M		N/A
MeasurementResults		Resultados de calibração	M		N/A
OpinionsInterpretations		Opiniões e interpretações em relação aos resultados obtidos	O		N/A
Attachments		Ficheiros complementares ao certificado de calibração como gráficos ou fotografias do equipamento de medição	O		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
MeasuringSystem		Informação relacionada com o equipamento que efetua a medição	O	Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A

	Laboratório de calibração (CalibrationLaboratory)	ID do laboratório em que o equipamento de medição foi calibrado	O	O número deverá ser atribuído de acordo com a certificação do IPAC	Texto (10)
	Validade (expirationDate)	Validade da calibração	O	Deve ser feita referência ao mês e ao ano	Data
MeasuringDevices		Informação geral relativa aos equipamentos a serem utilizados na calibração	M		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatório/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
CalibratedDevice		Informação relacionada com o equipamento a ser calibrado	M	Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Estado (status)	Estado em que se encontra o equipamento a ser calibrado	O**		Texto (500)

		**Quando necessário deve ser feita referência às condições em que o equipamento a ser calibrado se encontrava			
MeasuringDevices		Informação geral relativa aos equipamentos a serem utilizados na calibração	M		N/A

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatório/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
MeasuringDevices		Informação geral relativa aos equipamentos a serem utilizados na calibração	M	Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Designação (Designation)	Designação atribuída ao equipamento	M		Texto (100)
	Referência	Número de referência do	M		Texto

	(Reference)	equipamento			(50)
	Modelo (ModelNumber)		O		Texto (50)
	Número de série (SerieNumber)		O		Texto (50)
	Número de controlo (ControlNumber)		O		Texto (50)
	Fabricante (Manufacturer)	Nome do fabricante do equipamento	O		Texto (100)
	Software (software)	Deve ser referida a versão quando disponível	O		Texto (50)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
CalibrationConditions		Condições em que as calibrações foram realizadas que possam afetar os resultados de medição	M	Este grupo de informação deve ser repetido sempre que seja necessário introduzir um novo fator de influência Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento	N/A

				final assim como o próprio grupo	
	Fator de influência (InfluenceFactor)	Designação do fator que tem influência nos resultados de medição	M		Texto (50)
	Valor (QuantityValue)	Valor atribuído a determinado fator em relação às condições em que a calibração foi realizada	M	O valor deste campo não pode nunca ser nulo Este campo deve estar associado ao campo anterior	Decimal (10)
	Unidade de medida (MeasurementUnit)	Unidade de medida aplicável tendo em conta fator de influência	M	A unidade de medida deve aparecer associada ao valor atribuído no respetivo fator de influência devendo estar de acordo com o definido em “Codes for Units of Measure used in International Trade”	Texto (3)
	Tipo de condição de calibração (ConditionType)	Identificação do tipo de condição de calibração Poderá incluir condições ambientais (humidade relativa, a temperatura), de medição (condições de repetibilidade de medição, condições de precisão intermédia de medição, condições de reprodutibilidade da medição) ou do equipamento (a área do túnel de vento, diâmetro do tubo	M	Este campo deverá apenas assumir um de três valores, sendo que 1 corresponde a condições ambientais, 2 a condições de medição e 3 a condições de equipamento Os fatores de influência devem ser agrupados tendo em conta o tipo de condição aqui definida	Inteiro (1)

		de montagem)			
--	--	--------------	--	--	--

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
Dates		Datas essenciais para a validade e utilização dos resultados	M	Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Data de recepção (ReceptionDate)	Data em que o equipamento a ser calibrado foi recepcionado pelo laboratório ***Apenas no caso de ser crítico para a validade e aplicabilidade dos resultados	M***	Deve ser indicado o dia, o mês e o ano no formato aaaa/mm/dd	Data
	Data de calibração (CalibrationDate)	Data em que a calibração foi realizada	M	Deve ser indicado o dia, o mês e o ano no formato aaaa/mm/dd	Data
	Data de emissão (IssueDate)	Data em que o certificado foi emitido	M	Deve ser indicado o dia, o mês e o ano no formato aaaa/mm/dd	Data

	Validade (ExpirationDate)	Validade da calibração	O	Deve ser indicado o mês e o ano no formato aaaa/mm	Data
	Próxima calibração (NextCalibration)	Data da próxima calibração	O	Deve ser indicado o mês e o ano no formato aaaa/mm	Data

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatório/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
Methodology		Referência os métodos utilizados pelo laboratório	M	Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final assim como o próprio grupo	N/A
	Método de medição (MeasurementMethod)	Identificação do método utilizado	M		Texto (100)
	Plano de calibração (CalibrationPlan)	Identificação dos planos e procedimentos utilizados	O		Texto (100)
	Declaração de rastreabilidade (TraceabilityStatement)	Evidência da rastreabilidade das medições	M		Texto (500)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatório/ Opcional	Notas técnicas	Formato
---------------------	------	-----------	-------------------------	----------------	---------

Opcional					
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
ConformityStatement		Declaração de conformidade	O	Todos os campos contidos neste grupo de informação devem estar devidamente identificados na reprodução do documento final	N/A
	Identificação dos resultados (ResultIdentification)	Identificação dos resultados a que se aplica a declaração de conformidade	M		Texto (300)
	Conformidades (Conformities)	Especificações, standards ou partes que são cumpridas ou não	M		Texto (300)
	Regras de decisão (DecisionRules)	Regras de decisão aplicadas Desnecessário no caso de ser inerente à especificação ou standard solicitado	O		Texto (500)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					

HeaderSection					
TechnicalSection					
Authors		Identificação das pessoas que autorizam o certificado de calibração	M		N/A
	Nome (Name)	Nome das pessoas que autorizam o certificado de calibração	M		Texto (100)
	Função (Role)	Função que ocupa no laboratório de calibração	M		Texto (100)
	Assinatura (Signature)		M		Assinatura digital

Grupo de informação		Nome	Descrição	Mandatório/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate						
HeaderSection						
TechnicalSection						
MeasurementResults		Resultados de calibração	M	Os seguintes atributos devem ser representados numa tabela vertical		N/A
	Padrão de medição	Variável de entrada obrigatória	M	Este campo deverá ser		“Padrão de

	(MeasurementStandard)	para o processo de calibração, cujos valores são utilizados como referência		representado automaticamente no topo da coluna de acordo com o valor do campo “Nome”	medição”
	Unidade de medida (MeasurementUnit1)	Unidade de medida aplicável tendo em conta o padrão de medição a ser utilizado	M	A unidade de medida deverá ser indicada apenas uma vez no topo da coluna referente ao equipamento de medição devendo estar de acordo com o definido em “Codes for Units of Measure used in International Trade”	Texto (3)
	Valor (QuantityValue1)	Valor de quantidade usado como referência tendo em conta o padrão de medição a ser utilizado	M	O valor deste campo não pode nunca ser nulo. Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa.	Decimal (10)
	Equipamento de medição (MeasuringEquipment)	Variável de entrada obrigatória para o processo de calibração	M	Este campo deverá ser representado automaticamente no topo da coluna de acordo com o valor do campo “Nome”	“Equipament o de medição”
	Unidade de medida (MeasurementUnit2)	Unidade de medida aplicável tendo em conta o equipamento de medição a ser utilizado	M	A unidade de medida deverá ser indicada apenas uma vez no topo da coluna referente ao equipamento de medição devendo estar de	Texto (3)

				acordo com o definido em “Codes for Units of Measure used in International Trade”	
	Valor (QuantityValue2)	Valor de quantidade introduzido tendo em conta os resultados obtidos	M	O valor deste campo não pode nunca ser nulo. Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa. O número de casas decimais deste campo deverá ser igual ao do campo relativo à incerteza expandida	Decimal (10)
	Incerteza de medição (MeasurementUncertainty)	Variável de entrada obrigatória para o processo de calibração associada à quantidade medida	M		Incerteza de medição
	Unidade de medida (MeasurementUnit3)	Unidade de medida aplicável à incerteza medição	M	A unidade de medida deverá ser indicada apenas uma vez no topo da coluna referente ao equipamento de medição devendo estar de acordo com o definido em “Codes for Units of Measure used in International Trade”	Texto (3)

				A unidade de medida deverá ser igual à atribuída no campo relativo ao “Equipamento de medição”	
	Valor (QuantityValue3)	Valor de quantidade introduzido tendo em conta a incerteza calculada	M	De acordo com a OGC010, o valor numérico da incerteza expandida deve ser dado, no máximo a dois valores significativos. No caso de laboratórios acreditados, não deve ser indicada uma incerteza de medição menor do que a incerteza para a qual o laboratório está credenciado O valor deste campo não pode nunca ser nulo. Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa.	Decimal (10)
	Outras variáveis	Outras variáveis consideradas	O	Neste campo o valor da coluna não	N/A

	(OtherVariables)	importantes para o processo de calibração em causa		é representado automaticamente sendo substituído pelo valor designado no campo “Designação”	
	Designação (Designation)	Designação atribuída à variável em causa	M	Este campo deverá ser preenchido pelo utilizador Este campo deverá ser representado no topo da coluna identificando a variável a medir	Texto (20)
	Unidade de medida (MeasurementUnit4)	Unidade de medida aplicável à variável em causa	M	A unidade de medida deverá ser indicada apenas uma vez no topo da coluna referente à variável devendo estar de acordo com o definido em “Codes for Units of Measure used in International Trade”	Texto (3)
	Valor (QuantityValue4)	Valor de quantidade introduzido tendo em conta a variável a tratar	M	O valor deste campo não pode nunca ser nulo. Este campo deve ser repetido sempre que seja requerida a introdução de um novo valor relativo à componente em causa.	Decimal (10)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatário/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
Attachments		Ficheiros complementares ao certificado de calibração como gráficos ou fotografias do equipamento de medição	O	Este grupo de informação deve estar devidamente identificados na reprodução do documento final	N/A
	Imagem (Image)	Ficheiros considerados oportunos pelos colaboradores autorizados. Os mesmos devem ser convertidos em imagens	M	Devem ser incluídas apenas imagens neste campo	Imagem
	Legenda (Caption)	Texto de contextualização relativo à imagem introduzida	M	Deve ser atribuída apenas uma legenda por imagem	Texto (100)
	Comentários (Comments)	Comentários relacionados com a imagem introduzida	O		Texto (500)

Grupo de informação	Nome	Descrição	Mandatório/ Opcional	Notas técnicas	Formato
CalibrationCertificate					
HeaderSection					
TechnicalSection					
OpinionsInterpretations		Opiniões e interpretações em relação aos resultados obtidos			N/A
	Opiniões e interpretações (OpinionInterpretation)	Opiniões ou interpretações expressas por colaboradores do laboratório de calibração autorizados Deve ser feita referência à base sobre a qual são expressas as opiniões ou interpretações	M		Texto (500)

ANEXO F: Estrutura de informação proposta em XML

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CalibrationCertificate>
  <HeaderSection>
    <Title> </Title>
    <ID> </ID>
    <Pages> </Pages>
    <PurchaseOrder></PurchaseOrder>
    <ReproductivityStatement> </ReproductivityStatement>
    <CorrespondenceStatement>.</CorrespondenceStatement>
  <Laboratory>
    <Designation> </Designation>
    <ID> </ID>
    <CalibrationPlace></CalibrationPlace>
    <Logo></Logo>
    <Address>
      <StreetName> </StreetName>
      <DoorNumber></DoorNumber>
      <FloorNumber></FloorNumber>
      <City></City>
      <PostalCode></PostalCode>
      <Region> </Region>
      <Country> </Country>
    </Address>
    <Contacts>
      <Telephone></Telephone>
      <Fax></Fax>
      <Email></Email>
      <Website> </Website>
    </Contacts>
  </Laboratory>
  <Customer>
    <Name></Name>
    <ID></ID>
    <Logo></Logo>
    <Address>
      <StreetName> </StreetName>
      <DoorNumber></DoorNumber>
      <FloorNumber></FloorNumber>
      <City></City>
      <PostalCode></PostalCode>
      <Region></Region>
      <Country></Country>
    </Address>
  </Customer>
</CalibrationCertificate>

```

```

    <Contacts>
      <Telephone></Telephone>
      <Fax></Fax>
      <Email></Email>
      <Website></Website>
    </Contacts>
  </Customer>
  <AccreditationOrganization>
    <Designation></Designation>
    <ID></ID>
    <Logo></Logo>
    <Address>
      <StreetName></StreetName>
      <DoorNumber></DoorNumber>
      <FloorNumber></FloorNumber>
      <City></City>
      <PostalCode></PostalCode>
      <Region></Region>
      <Country></Country>
    </Address>
    <Contacts>
      <Telephone></Telephone>
      <Fax></Fax>
      <Email></Email>
      <Website></Website>
    </Contacts>
  </AccreditationOrganization>
</HeaderSection>
<TechnicalSection>
  <CalibratedDevice>
    <Status>.</Status>
    <MeasuringDevices>
      <Designation> </Designation>
      <Reference></Reference>
      <ModelNumber> </ModelNumber>
      <SerieNumber> </SerieNumber>
      <ControlNumber></ControlNumber>
      <Manufacturer></Manufacturer>
      <Software></Software>
    </MeasuringDevices>
  </CalibratedDevice>
  <MeasuringSystem>
    <CalibrationLaboratory></CalibrationLaboratory>
    <ExpirationDate></ExpirationDate>
    <MeasuringDevices>
      <Designation></Designation>
      <Reference></Reference>

```

```

    <ModelNumber></ModelNumber>
    <SerieNumber></SerieNumber>
    <ControlNumber></ControlNumber>
    <Manufacturer></Manufacturer>
    <Software></Software>
</MeasuringDevices>
</MeasuringSystem>
<CalibrationConditions>
    <InfluenceFactor></InfluenceFactor>
    <MeasurementUnit> </MeasurementUnit>
    <QuantityValue></QuantityValue>
    <ConditionType></ConditionType>
</CalibrationConditions>
<Dates>
    <ReceptionDate></ReceptionDate>
    <CalibrationDate></CalibrationDate>
    <IssueDate></IssueDate>
    <ExpirationDate></ExpirationDate>
    <NextCalibration></NextCalibration>
</Dates>
<Methodology>
    <MeasurementMethod> </MeasurementMethod>
    <CalibrationPlan></CalibrationPlan>
    <TraceabilityStatement> </TraceabilityStatement>
</Methodology>
<ConformityStatement>
    <ResultIdentification></ResultIdentification>
    <Conformities></Conformities>
    <DecisionRules></DecisionRules>
</ConformityStatement>
<Authors>
    <Name> </Name>
    <Role> </Role>
    <Signature></Signature>
    <Name> </Name>
    <Role> </Role>
    <Signature></Signature>
</Authors>
<measurementResults>
    <MeasurementStandard>
        <measurementUnit1></measurementUnit1>
        <quantityValue1></quantityValue1>
        <quantityValue1></quantityValue1>
        <quantityValue1></quantityValue1>
        <quantityValue1></quantityValue1>
    </MeasurementStandard>
    <MeasuringEquipment>

```

```

    <measurementUnit2></measurementUnit2>
    <quantityValue2></quantityValue2>
    <quantityValue2></quantityValue2>
    <quantityValue2></quantityValue2>
    <quantityValue2></quantityValue2>
</MeasuringEquipment>
<MeasurementUncertainty>
    <measurementUnit3></measurementUnit3>
    <quantityValue3></quantityValue3>
    <quantityValue3></quantityValue3>
    <quantityValue3></quantityValue3>
    <quantityValue3></quantityValue3>
</MeasurementUncertainty>
<OtherVariables>
    <designation></designation>
    <measurementUnit4></measurementUnit4>
    <quantityValue4></quantityValue4>
    <quantityValue4></quantityValue4>
    <quantityValue4></quantityValue4>
    <quantityValue4></quantityValue4>
</OtherVariables>
</measurementResults>
<OpinionsInterpretations>
    <OpinionInterpretation></OpinionInterpretation>
</OpinionsInterpretations>
<Attachments>
    <Image></Image>
    <Caption> Caption>
    <Comments> </Comments>
</Attachments>
</TechnicalSection>
</CalibrationCertificate>

```

ANEXO G: Protótipo em XML: Resultados de medição

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<measurementResults>
  <MeasurementStandard>
    <measurementUnit1>MBR</measurementUnit1>
    <quantityValue1>560,000</quantityValue1>
    <quantityValue1>620,000</quantityValue1>
    <quantityValue1>680,000</quantityValue1>
    <quantityValue1>740,000</quantityValue1>
  </MeasurementStandard>
  <MeasuringEquipment>
    <measurementUnit2>VLT</measurementUnit2>
    <quantityValue2>0,49257</quantityValue2>
    <quantityValue2>0,99262</quantityValue2>
    <quantityValue2>1,49263</quantityValue2>
    <quantityValue2>1,9927</quantityValue2>
  </MeasuringEquipment>
  <MeasurementUncertainty>
    <measurementUnit3>MBR</measurementUnit3>
    <quantityValue3>0,069</quantityValue3>
    <quantityValue3>0,069</quantityValue3>
    <quantityValue3>0,073</quantityValue3>
    <quantityValue3>0,077</quantityValue3>
  </MeasurementUncertainty>
  <OtherVariables>
    <designation>Erro</designation>
    <measurementUnit4>MBR</measurementUnit4>
    <quantityValue4>- 0,892</quantityValue4>
    <quantityValue4>- 0,886</quantityValue4>
    <quantityValue4>- 0,884</quantityValue4>
    <quantityValue4>- 0,872</quantityValue4>
  </OtherVariables>
</measurementResults>

```

ANEXO H: Protótipo em XSD: Resultados de medição

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="measurementResults">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element ref="MeasurementStandard" maxOccurs="1"/>
        <xs:element ref="MeasuringEquipment" maxOccurs="1"/>
        <xs:element ref="MeasurementUncertainty" maxOccurs="1"/>
        <xs:element ref="OtherVariables" maxOccurs="unbounded"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="MeasurementStandard">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element maxOccurs="1" ref="measurementUnit1"/>
        <xs:element maxOccurs="unbounded" ref="quantityValue1"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="measurementUnit1">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:NCName">
        <xs:maxLength value="3"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:element>
  <xs:element name="quantityValue1">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:decimal">
        <xs:maxInclusive value="10"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:element>
  <xs:element name="MeasuringEquipment">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element maxOccurs="1" ref="measurementUnit2"/>
        <xs:element maxOccurs="unbounded" ref="quantityValue2"/>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>

```

```

<xs:element name="measurementUnit2">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:NCName">
      <xs:maxLength value="3"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="quantityValue2">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:decimal">
      <xs:maxInclusive value="10"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="MeasurementUncertainty">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element maxOccurs="1" ref="measurementUnit3"/>
      <xs:element maxOccurs="unbounded" ref="quantityValue3"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="measurementUnit3">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:NCName">
      <xs:maxLength value="3"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="quantityValue3">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:decimal">
      <xs:maxInclusive value="10"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="OtherVariables">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element maxOccurs="1" ref="designation"/>
      <xs:element maxOccurs="1" ref="measurementUnit4"/>
      <xs:element maxOccurs="unbounded" ref="quantityValue4"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="designation">
  <xs:simpleType>

```

```
<xs:restriction base="xs:NCName">
  <xs:maxLength value="20"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="measurementUnit4">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:NCName">
      <xs:maxLength value="3"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="quantityValue4">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:decimal">
      <xs:maxInclusive value="10"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
</xs:schema>
```