

UNIVERSIDADE ABERTA



**PROPOSTA DE REVISÃO DA LEGISLAÇÃO DE QUALIDADE DO AR
INTERIOR E REQUISITOS DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS
SEGUNDO A NORMA NP EN ISO/IEC.17025:2005**

(UM CONTRIBUTO PARA A SAÚDE AMBIENTAL E MELHORIA DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE DO AR DE ACORDO COM A PORTARIA Nº 353-A/2013)

Maria Manuela Madeira Carvalho Ribeiro
**Dissertação de Mestrado em Cidadania Ambiental e
Participação**

DEZEMBRO (2015)

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**PROPOSTA DE REVISÃO DA LEGISLAÇÃO DE QUALIDADE DO AR
INTERIOR E REQUISITOS DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE
SEGUNDO A NORMA NP EN ISO/IEC.17025:2005**

(UM CONTRIBUTO PARA A SAÚDE AMBIENTAL E MELHORIA DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA
QUALIDADE DO AR DE ACORDO COM A PORTARIA Nº 353-A/2013)

**Dissertação de Mestrado em Cidadania Ambiental e
Participação**

**Dissertação de Mestrado orientada pela,
Professora Doutora Cristina Maria Carapeto Pereira**

DEZEMBRO (2015)

Resumo

A qualidade do ar interior (QAI) é influenciada por um conjunto de características do ambiente interior de um edifício assim como pelas características do ar que entra vindo do exterior. Cria-se assim uma atmosfera de características mistas e que influenciam a saúde e o conforto dos seus ocupantes. Atendendo ao tempo de permanência das pessoas nos edifícios é necessário assegurar um ambiente interior saudável e confortável. A deteção dos poluentes existentes nos edifícios é realizada através de monitorizações periódicas de QAI, de forma a garantir a qualidade do ar. Este trabalho visa descrever, em primeiro lugar a QAI e as metodologias de acreditação dos seus ensaios segundo a Norma NP EN ISO/IEC. 17025:2005. A acreditação dos laboratórios de QAI conduz a uma maior credibilidade e rigor dos ensaios, melhor qualidade dos procedimentos utilizados e melhoria da imagem de marca e em segundo lugar pretende contribuir para a revisão do Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, e Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, sob três vertentes: os ensaios de monitorização de QAI devem ser efetuados em laboratórios acreditados; os ensaios devem englobar outros parâmetros para além dos referidos na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, como por exemplo a presença de óxidos de azoto e amianto, a periodicidade da realização das monitorizações de QAI, deve ser revista e englobar também edifícios de serviços, comerciais e industriais. No sentido do cumprimento dos objetivos propostos no trabalho foi efetuada a recolha bibliográfica *online* e em bibliotecas (artigos publicados, livros, teses, revistas, legislação) e a sua leitura integral. Foi feita uma seleção e resumo da bibliografia mais relevante e inovadora. Esta pesquisa foi qualitativa e descritiva e baseia-se num estudo de revisão da literatura e das práticas e normas em utilização e na experiência acumulada nesta temática. Como conclusão do estudo é proposta a revisão do Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto e Portaria 353-A, 2013, de 4 de Dezembro, relativamente à obrigatoriedade de realização de visitas preliminares e auditorias periódicas de QAI em edifícios de comércio serviços e industriais; definição de novos limiares de proteção em função do tipo de edifício e atividade; inclusão na monitorização de QAI dos óxidos de azoto e amianto; utilização de laboratórios acreditados nestas monitorizações de QAI.

Palavras-chave: Qualidade do Ar Interior; Contaminantes Químicos e Microbiológicos; Auditoria; SCE; Efeitos na Saúde.

Abstract

Indoor air quality (IAQ) is defined as a set of characteristics of the indoor environment of a building that influence health and the comfort of its occupants. Given the length of time that people stay in the buildings it is necessary to ensure a healthy and comfortable indoor environment. The detection of pollutants in existing buildings is done by monitoring periodic IAQ, so as to ensure air quality. This work aims at describing the IAQ and accreditation methodologies of the tests in the Standard NP EN ISO / IEC. 17025: 2005. The accreditation of laboratories, leads to greater credibility and rigor of the tests, better quality of procedures and improving brand image.

This work also aims at contributing to the revision of the Decree-Law No. 118/2013, of 20 August, together with the Order No. 353-A / 2013 of December 4, in three areas: 1) the test assessment of indoor air quality should be performed in accredited laboratories 2) the testing should include other parameters in addition to those referred to in Ordinance No. 353-A / 2013, such as the presence of asbestos.3) periodicity of conducting audits must be reviewed and include office and industrial buildings. To meet the proposed objectives a literature review was carried out using online bibliographic resources and libraries' resources (published articles, books, theses, magazines, legislation). A selection and summary of the most relevant and innovative literature was made. This research was qualitative and descriptive and is based on a literature review study and practice and standards in use, and also in the accumulated experience on this subject.

As a conclusion of the study was proposed the revision of Decree-Law No. 118/2013, of 20 August, Ordinance 353-A, 2013, on 4 December, for the following: obligation to carry out preliminary visits and periodic audits of IAQ in buildings of trade and industrial services; setting new protection thresholds depending on the type of building and activity; included in the monitoring IAQ, nitrogen oxides and asbestos; use of accredited laboratories for carrying out these monitoring IAQ.

Keywords: Indoor Air Quality; Chemical Contaminants and Microbiological; Audit; SCE; Health Effects.

Agradecimentos

Este trabalho representa a conclusão de mais uma etapa da minha realização profissional. Contudo, a sua realização não teria sido possível, sem a imprescindível ajuda das seguintes pessoas, às quais estou sinceramente agradecida:

Professora Doutora Cristina Maria Carapeto Pereira pela sua disponibilidade, orientação, apoio e motivação que me deu ao longo da realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Ulisses Azeiteiro por ter demonstrado sempre disponibilidade em me ajudar.

Aos meus Pais, Marido e Irmãos por todo o carinho, incentivo, dedicação compreensão e força que me transmitiram.

Declarações

Declaro que esta dissertação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O candidato,

Cadaval, de de

Declaro que esta Dissertação se encontra em condições de ser apresentada a provas públicas.

O (A) orientador(a),

Lisboa, de de

Índice

Resumo	1
Abstract.....	2
Agradecimentos.....	3
Declarações.....	4
Índice	5
Índice de Tabelas.....	9
Siglas, Abreviaturas e Acrónimos.....	11
Unidades.....	15
1 Introdução.....	17
2. Objetivo	19
3. Conceito de QAI	21
3.1 Evolução Histórica de QAI	21
4. Principais Poluentes e Efeitos na Saúde Humana e sua Origem	27
4.1 <i>Partículas ou aerossóis em suspensão no ar</i>	28
4.2 <i>Dióxido de Carbono</i>	29
4.3 <i>Monóxido de Carbono</i>	29
4.4 <i>Ozono</i>	30
4.5 <i>Compostos Orgânicos Voláteis</i>	31
4.6 <i>Formaldeído</i>	31
4.7 <i>Radão</i>	32
4.8 <i>Poluentes Biológicos</i>	33
5. Evolução Histórica da Regulamentação de QAI.....	35
6. Evolução Legislativa das Visitas Preliminares de QAI	37
6.1 <i>Verificação de queixas</i>	39
6.2 <i>Descrição do edifício</i>	41
6.3 <i>Sistemas de ventilação/ar condicionado</i>	43
7. Evolução Legislativa das Auditorias de QAI	45
7.1 <i>Evolução legislativa dos valores de referência nacionais</i>	46
7.2 <i>Evolução legislativa dos métodos de monitorização</i>	49
8. Acreditação de Ensaios de QAI.....	53
8.1 <i>Processo de acreditação</i>	53
8.2 <i>Requisitos de Gestão</i>	55
8.2.1 <i>Organização</i>	55
8.2.2 <i>Sistema de gestão</i>	56
8.2.3 <i>Análise de consultas, propostas e contratos</i>	57
8.2.4 <i>Subcontratação de ensaios e calibrações</i>	58
8.2.5 <i>Aquisição de produtos e serviços</i>	58
8.2.6 <i>Reclamações</i>	58
8.2.7 <i>Controlo de trabalho de ensaios não-conforme</i>	58
8.2.8 <i>Melhoria</i>	59
8.2.9 <i>Auditorias internas</i>	59
8.3 <i>Requisitos técnicos</i>	59
8.3.1 <i>Pessoal</i>	59
8.3.2 <i>Instalações e condições ambientais</i>	60
8.3.3 <i>Métodos de ensaio, calibração e validação</i>	60
8.3.4 <i>Validação de métodos</i>	60
8.3.5 <i>Estimativa da incerteza de medição</i>	62

8.3.6	<i>Equipamento</i>	63
8.3.7	<i>Rastreabilidade das medições</i>	63
8.3.8	<i>Materiais de referência</i>	65
8.3.9	<i>Amostragem</i>	66
8.3.10	<i>Manuseamento dos Itens a ensaiar ou calibrar</i>	66
8.3.11	<i>Qualidade dos resultados dos ensaios e calibrações</i>	66
8.3.12	<i>Apresentação dos resultados</i>	66
8.3.13	<i>Opiniões e interpretações</i>	68
8.3.14	<i>Segurança</i>	68
8.3.15	<i>Cooperação externa</i>	68
9.	Acreditação de Ensaios de QAI Referidos na Portaria 353-A/2013	69
9.1	Determinação da TA, HR, VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão no Âmbito da Acreditação	69
9.1.1	<i>Amostragem</i>	69
9.1.2	<i>Requisitos documentais</i>	72
9.1.3	<i>Calibração do equipamento</i>	72
9.1.4	<i>Formação</i>	72
9.1.5	<i>Procedimento de validação</i>	72
9.2	Avaliação de TA, HR e VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão Recomendada pela Portaria 353-A/2013	73
9.2.1	<i>Amostragem</i>	73
9.2.2	<i>Requisitos documentais</i>	73
9.2.3	<i>Calibração do equipamento</i>	74
9.2.4	<i>Formação</i>	74
9.2.5	<i>Procedimento de validação</i>	74
9.2.6	<i>Conclusão</i>	74
9.3	Determinação de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV's no Âmbito da Acreditação	75
9.3.1	<i>Amostragem acreditada</i>	75
9.3.2	<i>Requisitos documentais</i>	77
9.3.3	<i>Calibração do equipamento</i>	77
9.3.4	<i>Formação</i>	77
9.3.5	<i>Procedimento de validação</i>	77
9.3.6	<i>Crítérios de Aceitação do Método de Validação</i>	78
9.4	Avaliação de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV's, Recomendada pela Portaria 353-A/2013	79
9.4.1	<i>Amostragem</i>	79
9.4.2	<i>Requisitos documentais</i>	79
9.4.3	<i>Calibração e verificação dos equipamentos</i>	80
9.4.4	<i>Formação</i>	80
9.4.5	<i>Procedimento de validação</i>	80
9.4.6	<i>Conclusão</i>	80
9.5	Determinação de Bactérias e Fungos no Âmbito da acreditação	81
9.5.1	<i>Amostragem</i>	81
9.5.2	<i>Requisitos documentais</i>	83
9.5.3	<i>Calibração do equipamento</i>	83
9.5.4	<i>Formação</i>	83
9.5.5	<i>Procedimento de validação</i>	84

9.6 Avaliação da Contagem de Bactérias e Fungos	85
Recomendada pela Portaria 353-A/2013.....	85
9.6.1 Amostragem	85
9.6.2. Requisitos documentais	85
9.6.3 Calibração do equipamento.....	85
9.6.4 Formação.....	86
9.6.5 Procedimento de validação	86
9.6.6 Conclusão.....	86
9.7 Determinação de <i>Legionella pneumophila</i> Recomendada.....	87
pela Portaria 353-A/2013.....	87
9.7.1 Amostragem	87
9.7.2 Requisitos documentais	88
9.7.3 Formação.....	88
9.7.4 Contagem e Identificação da <i>Legionella pneumophila</i>	88
e acreditação do ensaio.....	88
9.7.5 Conclusão.....	88
10. Outros Ensaio Que Deveriam Estar.....	90
Inseridos Na Portaria 353-A/2013	90
E Suas Metodologias De Acreditação	90
10.1 Óxidos de Azoto.....	90
10.2 Amianto.....	90
10.2.1 Valor limite de exposição	92
10.2.2 Aplicabilidade do Decreto – Lei nº 266/2007.....	93
10.2.3 Exposição no local de trabalho.....	93
10.2.4 Diagnóstico e inventariação.....	94
10.2.5 Amostragem de amianto	96
10.2.6 Método de avaliação da concentração de fibras.....	97
10.2.7 Relatório de ensaio.....	98
11. Revisão Legislativa.....	99
12. Conclusão.....	105
13. Bibliografia	107

Índice de Tabelas

Tabela 6.1.1. Inquérito de Verificação de Queixas	Página 36
Tabela 6.2.1. Inquérito da Descrição do Edifício	Página 38
Tabela 6.3.1 Inquérito do Sistema de Ventilação/Ar Condicionado	Página 40
Tabela 7.1.1 Valores de Referência Nacionais	Página 43
Tabela 7.2.1 - Métodos de referência 1, métodos equivalentes 2 e requisitos mínimos para monitores portáteis de leitura em tempo real dos parâmetros poluentes nos termos do RSECE	Página 46
Tabela 9.2.7 Diferenças entre e ensaios de TA, HR e VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação.	Página 69
Tabela 9.4.7 Diferenças entre e ensaios de CO ₂ , CO, O ₃ , CH ₂ O e COV's, de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação	Página 75
Tabela 9.6.7 Diferenças entre os ensaios contagem de bactérias e fungos de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação.	Página 81
Tabela 9.7.6 Diferenças entre a contagem e identificação da <i>Leggionella pneumophila</i> de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação.	Página 82

Siglas, Abreviaturas e Acrónimos

- ADENE (Agência para a Energia)
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)
- ACT (Autoridade para as Condições de Trabalho)
- ANSI (American National Standards Institute)
- APA (Agência Portuguesa do Ambiente)
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers)
- AVAC (Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado)
- BRI (Building Related Illnesses)
- CE (Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios)
- CEE/ONU (Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas)
- CEN (Comité Europeu de Normalização)
- CO (Monóxido de Carbono)
- CO₂ (Dióxido de Carbono)
- COHb (Carboxihemoglobina)
- COV`S (Compostos Orgânicos Voláteis)
- DCR (Declarações de Conformidade Regulamentar)
- DGS (Direção-Geral da Saúde)
- DNPH (Dinitro Fenil Hidrazina)
- DRE (Doença Relacionada com o Edifício)
- ECI (Ensaio de Comparação Interlaboratorial)
- EPA (Environmental Protection Agency)

- EUR-Lex (Legislação e Publicações da União Europeia)
- FTIR (Infra-vermelho)
- GQ (Gestor da Qualidade)
- HCOH (Formaldeído)
- HOPE (Health Optimisation Protocol for Energyefficient)
- Hb (Hemoglobina)
- HR (Humidade Relativa)
- IARC (International Agency for Research on Cancer)
- IGAMAOT (Inspeção Geral do Ambiente e Ordenamento do Território)
- IPAC (Instituto Português de Acreditação)
- ISO (International Organization for Standardization)
- MCA (Material Contendo Amianto)
- MQD (Média Quadrática entre Dias)
- MQE (Média Quadrática entre Repetições)
- MQT (Média Quadrática Total)
- MRC (Materiais de Referência Certificados)
- NC (Não Conformidade)
- NDIR (Infra Vermelho Não Dispersivo)
- NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health)
- NOX (Óxido de Azoto)
- NT-SCE02 (Nota Técnica SCE02, de 2009)
- OMS (Organização Mundial de Saúde)
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

- O₃ (Ozono)
- PAC (Plano de Ação Corretiva)
- PID (Detetor de Ionização de Chama)
- PQ (Perito Qualificado)
- PNAAS (Planos Nacionais de Ambiente e Saúde)
- PM 10 (Partículas Inaláveis com Diâmetro Inferior a 10 Micrómetros)
- PM 2,5 (Partículas Inaláveis com Diâmetro Inferior a 2,5 Micrómetro)
- PM (Potência Instalada Prométio)
- PR (Limite Praseodímio)
- QAI (Qualidade do Ar Interior)
- RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios)
- RECS (Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços)
- REH (Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios e de Habitação)
- RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios)
- RT (Responsável Técnico)
- SBS (Sick Building Syndrome)
- SCE (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios)
- SE (Desvio Padrão no Mesmo Dia)
- SED (Síndrome de Edifício Doente)
- SD (Desvio Padrão em Diferentes Dias)
- ST (Desvio Padrão Total)

- TA (Temperatura Ambiente)
- TEAM (Total Exposure Assessment Methodology)
- TRF (Técnico Responsável pelo Funcionamento do Edifício)
- UTA (Unidade de Tratamento de Ar)
- UTAN (unidade de Tratamento de Ar Novo)
- UV (Ultra Violeta)
- VA (Velocidade do Ar)
- VIM (International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms)
- VLE (Valor Limite de Exposição)
- VMA – (Valores Máximos ou Mínimos Aceitáveis)

Unidades

- Atm (Atmosfera)
- Bq (Becquerel)
- °C (Grau Celsius)
- cm (Centímetro)
- cm³ (Centímetro Cúbico)
- H. ocupante (Hora ocupante)
- Kpa (KiloPascal)
- Kw (Kilowatt)
- L (Litro)
- m (Metro)
- min (Minuto)
- m³ (Metro Cúbico)
- µm (Micrómetro)
- mg (Miligrama)
- ml (Mililitro)
- % (Porcentagem)
- ppm (Partes por Milhão)
- s (Segundo)
- UFC (Unidades Formadoras de Colónias)

1 Introdução

Neste primeiro capítulo é feita a introdução ao tema. Numa primeira fase é definido o conceito de Qualidade do Ar Interior (QAI), efeitos na saúde humana, principais poluentes, a sua origem, contaminantes químicos e biológicos mais comuns, legislação relevante e auditorias à QAI no âmbito da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro. Numa segunda fase serão identificadas e caracterizadas as práticas de acreditação de ensaios no âmbito da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e de outros ensaios considerados relevantes. Por último, e numa terceira fase, será analisada a regulamentação existente e proposta a sua revisão.

A Qualidade do Ar Interior (QAI) pode ser definida como a qualidade do ar no ambiente interior de edifícios, e envolvente, que conduz à saúde e conforto dos ocupantes do edifício. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2010a), o ar puro é um requisito básico para a saúde humana e bem-estar. A promoção da qualidade do ar interior deve ser considerada como um desafio do século XXI, uma vez que contribui para a equidade entre as gerações e visa o desenvolvimento sustentável. A Organização Mundial de Saúde (OMS), em Maio de 2000, mais precisamente no seu estudo “Direito a uma Saudável Qualidade do Ar Interior” refere que esse é um direito universal, resultando dos princípios fundamentais dos direitos humanos, da ética e da sustentabilidade (WHO, 2008b).

Face à prolongada permanência das pessoas em ambientes interiores, é essencial minimizar o risco para a saúde dos ocupantes. As primeiras investigações sobre a QAI basearam-se na descrição de sintomas nos ocupantes dos edifícios, como problemas respiratórios, alérgicos e infecciosos, consequência das deficientes condições existentes nos mesmos. Atendendo às preocupações existentes com esta temática, foram efetuados vários estudos dos quais se podem destacar os de (Kosonen, 2004; Coelho *et al*, 2006; Gomes *et al*, 2007; Fraga *et al*, 2008; Borrego *et al*, 2008; Godoi *et al*, 2009; USEPA, 2010; Pegas *et al*, 2010; Canha *et al*, 2010; Almeida *et al*, 2011; Valente, 2011; Freitas *et al*, 2011).

A contaminação do ar interior de um edifício pode levar também ao aparecimento da Síndrome dos Edifícios Doentes (SED), sendo os sintomas que lhe estão associados os seguintes: fadiga, dores de cabeça, tosse, irritação de nariz e garganta, afeções respiratórias, náuseas e pele seca e irritada. São vários os fatores de risco, com consequências para a saúde humana que afetam a Qualidade do ar interior no edifício,

por exemplo a deficiente manutenção dos sistemas de climatização, os materiais de construção, as tintas e vernizes, as espumas de isolamento, a deficiente renovação do ar, os processos de fabrico com libertação de metais, poeiras e gases, a alteração das condições de conforto como temperatura e humidade, entre outras. São, pois, diversas as fontes de contaminação no ambiente interior sendo a localização do edifício, os sistemas de ventilação e as próprias pessoas as fontes mais comuns.

Como principais poluentes podemos referir o dióxido de carbono, o ozono, o formaldeído, o monóxido de carbono, os compostos orgânicos voláteis, as partículas suspensas no ar, o radão, as bactérias, e os fungos.

Como entidades relevantes, no desenvolvimento e caracterização destes poluentes, podemos considerar a *American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), a *Environmental Protection Agency* (EPA), o *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH), e a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA).

De acordo com (Sá, 2008) os poluentes do ar afetam os indivíduos em função (i) da sua exposição, duração e frequência da mesma, (ii) em função da toxicidade do poluente e (iii) do estado geral de saúde do indivíduo considerando a sua resistência e suscetibilidade. São várias as medidas de controlo existentes para melhorar a qualidade do ar interior podendo-se referir as recomendadas pela OMS e que se fundamentam na remoção, substituição ou modificação da fonte emissora, na ventilação dos espaços interiores, na purificação do ar e ainda nas alterações comportamentais dos ocupantes dos edifícios (Madureira, 2005). O controlo da QAI no interior dos edifícios é, pois, um problema de saúde pública que importa solucionar, em benefício dos seus ocupantes.

Esta pesquisa será apenas qualitativa e descritiva e baseia-se num estudo de revisão da literatura e das práticas e normas em utilização e com base na experiência acumulada nesta temática durante vários anos.

2. Objetivo

O principal objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento da problemática da qualidade do ar interior. Pretende-se desenvolver esta problemática em diversas vertentes:

- Conceito;
- Efeitos na saúde humana, principais poluentes e a sua origem;
- Contaminantes físicos químicos e biológicos mais comuns;
- Analisar a regulamentação existente e os limites de referência nacionais, para os poluentes em causa;
- Identificar e caracterizar práticas de acreditação de ensaios de QAI no âmbito da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e de outros ensaios considerados relevantes.

Como objetivo complementar, propõe-se realizar a revisão do Decreto – Lei nº 118/2013, de 20 de Agosto e da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro. Isto porque sendo os ensaios de QAI muito importantes devem existir avaliações preliminares e auditorias periódicas aos edifícios e as monitorizações de QAI devem ser efetuadas em laboratórios acreditados. Por outro lado, devem existir outros parâmetros (como por exemplo a presença de óxidos de azoto e amianto) sujeitos a monitorização e que não estão inseridos nos regulamentos atuais. Conhecem-se os principais poluentes em termos de qualidade do ar interior e os seus efeitos na saúde dos ocupantes bem como as medidas corretivas para colmatar a situação. No entanto, existem lacunas e algum desconhecimento em relação às melhores práticas de monitorização de QAI e a legislação existente não equaciona alguns poluentes fundamentais. Resumidamente podemos dizer que:

Este trabalho visa dar resposta às seguintes questões:

Quais as metodologias a seguir em termos de acreditação de ensaios de QAI no âmbito da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro?

Que outros ensaios deviam estar inseridos na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e suas metodologias de acreditação?

Que outras lacunas existem na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e Decreto - Lei nº 118/2013, de 20 de Agosto?

Assim será necessário:

Identificar e caracterizar práticas de acreditação de ensaios no âmbito da Portaria n.º 353 A/2013, de 4 de Dezembro.

Identificar e caracterizar práticas de acreditação de ensaios que não estão no âmbito da Portaria n.º 353-A/2013.

Propor a revisão da Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e Decreto - Lei nº 118/2013, de 20 de Agosto, e propor estratégias de melhoria na aplicação da regulamentação.

O trabalho que aqui se propõe encontra apoio no Mestrado em Cidadania Ambiental e Participação ao enquadrar-se no seu objetivo geral tal como está enunciado no Guia do Curso (8ª edição) e também no seu primeiro e quartos objetivos específicos. Com efeito, a realização do projeto em causa é a demonstração do conhecimento de um problema ambiental ainda pouco assinalado na nossa sociedade e que se enquadra no contexto atual de cuidados de saúde do cidadão e para o cidadão. Para além disso, a realização do trabalho em causa será prova de aquisição de capacidade para conceber e promover um projeto de intervenção ambiental, mais especificamente ligado à saúde ambiental. Dele resultará uma experiência acrescida e uma maior capacidade de intervenção no domínio do suporte técnico no âmbito do QAI.

É um trabalho que visa a promoção da saúde e a sustentabilidade ambiental. É um contributo para a implementação de medidas que promovem a saúde e o bem-estar de todos sabendo-se que esse é um fator de produtividade e de proteção ambiental. Isto porque as pessoas apenas se conseguem preocupar com o ambiente e com a sua sustentabilidade após sentirem as suas necessidades básicas protegidas. Finalmente, pode-se considerar um trabalho de intervenção social e de participação uma vez que se propõe discutir e sugerir alterações à regulamentação vigente no sentido de a tornar mais eficaz e mais sintonizada com as preocupações sociais atuais.

3. Conceito de QAI

Quando falamos de qualidade do ar interior estamos a referir-nos ao ar no interior das habitações, nos locais de trabalho, nos transportes, em edifícios e noutras estruturas.

O conceito de qualidade do ar interior é complexo e de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) pode ser definido como a “natureza física e química do ar interior, que é respirado pelos ocupantes, que produz o estado completo mental, físico, social e bem-estar dos ocupantes e não meramente a ausência de doença e enfermidade” (*Government Hong Kong*, 2003). De acordo com (Ramos *et al*, 2008), a qualidade do ar interior pode ser definida como “A natureza do ar que afeta a saúde e o bem-estar dos ocupantes dos edifícios”.

O conceito de QAI, de acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2009), corresponde às características químicas, físicas e biológicas do ar interior não residencial, em locais de trabalho, (por exemplo gabinetes), espaços públicos interiores, não incluindo espaços interiores industriais ou na presença de operações que possam afetar o conforto ou saúde do ocupante.

Segundo (Bluyssen, 2009), a QAI pode ser definida sob três pontos de vista: o humano, o ar interior do espaço e as fontes que contribuem para a poluição do ar interior. De acordo com a *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) e o *American National Standards Institute* (ANSI), no documento *ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004 “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”*, é definida uma QAI aceitável como sendo o «ar onde não existem contaminantes em quantidades passíveis de causar risco, e em que a maioria dos ocupantes dos edifícios (80% ou mais) não expresse insatisfação».

3.1 Evolução histórica de QAI

No século XVIII, Benjamin Franklin referiu os efeitos dos fumos de lareiras em salas fechadas como um problema associado à contaminação do ar interior devendo, por isso, serem construídas chaminés apropriadas (Madureira, 2005).

De acordo com (Spengler *et al*, 2000), as primeiras medições efetuadas com o intuito de avaliar a qualidade do ar interior datam de 1960. Até então as recomendações com vista à melhoria da QAI estavam apenas relacionadas com a ventilação e a concentração de

dióxido de carbono. Em meados de 1970 a *American Society of Refrigerating Engineers* (ASHRAE), juntamente com outras organizações, deu indicações relativas à taxa ideal de renovação de ar, à restrição na utilização de determinadas substâncias, e ainda quanto à definição de valores de referência para os vários poluentes do ar interior (Salthammer, 2011).

Em 1978 foi realizada a primeira conferência internacional sobre qualidade do ar interior, por Fanger e Valbjorn, abrangendo 194 pessoas e 20 países diferentes (Olesen and Wargocksi, 2008).

Em 1980 e a partir do estudo da EPA, *Total Exposure Assessment Methodology* (TEAM) *Study*, foi possível concluir que, em relação aos compostos orgânicos voláteis, os níveis de concentração no interior de edifícios são normalmente mais elevados que no exterior (Spengler *et al*, 2000).

Em Portugal, a preocupação com a qualidade do ar interior surgiu com a crise do petróleo no início dos anos setenta, altura em que os desperdícios em termos energéticos começaram a ser tomados em atenção, tendo como consequência uma melhoria no isolamento dos edifícios a fim de minimizar as trocas de ar entre o interior e o exterior que conduziam a uma degradação considerável da qualidade do ar (Lemos, 1997). Esta nova conceção de edifícios foi, mais tarde, considerada como uma fonte de problemas para a saúde pública, uma vez que estávamos em presença de edifícios estanques em que a renovação do ar nos edifícios nem sempre era a mais aconselhável, devendo esse problema ser devidamente equacionado e tratado.

Nos anos oitenta, a Organização Mundial de Saúde (OMS) decidiu iniciar na Europa o *Processo Ambiente e Saúde*, tendo como base de referência a estratégia “Saúde para todos” e o Relatório de Brundtland, desenvolvido pela Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento. Nesse contexto, realizou-se em Frankfurt, em Dezembro de 1989, a 1ª Conferência Interministerial Ambiente e Saúde, da qual resultou a criação do Centro Europeu Ambiente e Saúde na OMS e a elaboração da Carta Europeia sobre Ambiente e Saúde, na qual ficaram expressos os princípios políticos de ambiente e saúde, os elementos estratégicos, as prioridades, as medidas e as responsabilidades dos cidadãos e das autoridades públicas nesta matéria. Na 2ª Conferência Ministerial, Ambiente e Saúde, que teve lugar em Helsínquia em 1994, foi aceite que deveriam ser elaborados Planos Nacionais de Ambiente e Saúde (PNAAS) até 1997. Estes planos deveriam estar articulados com os Programas de Ação Ambiental e com os Planos de Saúde,

desenvolvidos no âmbito da Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas (CEE/ONU) e ter como abordagem orientadora a Agenda 21 (adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 1992). Na Conferência de Londres, que decorreu em Junho de 1999, foi reafirmado o compromisso de desenvolver os PNAAS e implementar a Agenda 21. Em consequência do que foi acima referido, surgiu nos anos 90 uma tendência arquitetónica designada "Green Building", definindo o edifício verde como um edifício que é projetado e construído de maneira sustentável e eficiente com atenção particular à saúde dos seus ocupantes.

Em 2002 nasceu o projeto "*Health Optimisation Protocol for Energyefficient*" (HOPE) nos E.U.A, que teve também a colaboração europeia e cujo principal objetivo era demonstrar que um edifício energeticamente eficiente pode ser, ao mesmo tempo, saudável e confortável para os seus ocupantes. Com o intuito de promover uma utilização mais eficiente da energia a nível europeu, foi estabelecida a Diretiva Comunitária 2002/91/CE, que impõe ao Estados Membros da União Europeia a emissão de Certificados Energéticos abrangendo os seguintes casos:

- Para a obtenção de licença de utilização em edifícios novos;
- Aquando de uma reabilitação importante de edifícios existentes (custo >25% do valor do edifício sem terreno);
- Aquando da locação ou venda de edifícios de habitação e de serviços existentes (validade do certificado: max. de 10 anos);
- Periodicamente (6 anos) para todos os edifícios públicos (de serviços) com mais de 1.000 m².

Como contributo para o desenvolvimento do QAI, em Junho de 2003, a Comissão Europeia apresentou ao Conselho e ao Parlamento Europeu a "Estratégia de Ambiente e Saúde na União Europeia", tendo como objetivo ultrapassar a falta de conhecimento na relação saúde-ambiente.

Em 2004 foi elaborado o Plano de Ação Europeu sobre Ambiente e Saúde tendo em conta o período 2004-2010. Em Budapeste, foi realizada uma conferência em Junho de 2004, onde foi atualizado o PNAAS tendo em conta o Plano de Proteção das Crianças contra os Perigos Ambientais, a desenvolver até 2007. Em Julho de 2006, foram atribuídas à Agência Portuguesa do Ambiente competências de supervisão do Sistema Nacional de Certificação Energética (SCE) e da Qualidade do Ar Interior (QAI) nos

Edifícios. Ainda em 2006 foi aprovado o Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril, que aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios (RSECE) (Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de Abril), e o Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). A nível nacional, e dando relevo à importância do QAI, foi elaborada a Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/2008, de 4 de Junho, para uma melhor compreensão das relações causa – efeito entre os fatores ambientais e os respetivos efeitos na saúde humana. De acordo com os princípios orientadores preconizados pela Organização Mundial de Saúde e vários planos e programas comunitários, designadamente o Sexto Programa de Ação em matéria de Ambiente (2002-2012), o Programa de Ação Comunitário no Domínio da Saúde Pública (2003-2008) e o Plano de Ação Europeu Ambiente e Saúde 2004-2010, foi então desenvolvido pelo Governo Português um Plano Nacional de Ação Ambiente e Saúde (PNAAS). De acordo com o definido no ponto n.º 3 do artigo 12.º do RSECE, o SCE estabeleceu também uma Nota Técnica (NT-SCE-02), de 2 de Setembro de 2009, que descrevia as metodologias para auditorias periódicas a QAI em edifícios existentes.

A nível Mundial a OMS desenvolveu o programa europeu da qualidade do ar e, em 2009, foram publicados valores padrão em relação à qualidade do ar interior.

Em Portugal, em 2013, foi aprovado o Decreto – Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto que teve como objetivo aprovar o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios, revogando o Decreto – Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril, Decreto – Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril e Decreto – Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril. Foi também aprovada a Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, que tem como objetivo o estabelecimento de valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação.

Em Fevereiro de 2015, foi publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente, Direção Geral de Saúde, e Inspeção Geral da Agricultura do Mar da Agricultura e do Ordenamento do Território o documento “Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0).

4. Principais poluentes e efeitos na saúde humana e sua origem

Os problemas da deficiente qualidade do ar já existiam em 1983, tendo a OMS considerado que eles estavam relacionados com o “Síndrome de Edifício Doente (SED) ou SBS, “Sick Building Syndrome” (Wong *et al*, 2009; Spengler *et al*, 2000). São diversos os sintomas relacionados com a SED tais como: dores de cabeça, tonturas, náuseas, fadiga, problemas cutâneos e perturbações no sistema respiratório. Um edifício é considerado doente quando os sintomas persistem mais de duas semanas e desaparecem quando os ocupantes saem do edifício (Burroughs *et al*, 2008; Hellsing, 2009).

Os fatores que contribuem para o aparecimento da SED, são a ventilação inadequada, a deficiente manutenção do edifício, o excesso de partículas, a presença de compostos orgânicos voláteis totais (COV`s), a existência de bio aerossóis ou de endotoxinas e a contaminação biológica por fungos (Martinez *et al*, 2006; Bernstein *et al*, 2008). Existem, contudo, outras doenças relacionadas com os edifícios, designadas por DRE (Doenças Relacionadas com os Edifícios) ou BRI (Building Related Illnesses), como doenças infecciosas e doenças de hipersensibilidade, como por exemplo a doença do Legionário e a tuberculose. Na DRE o problema não se resolve apenas com a saída dos ocupantes do edifício (Spengler *et al*, 2000), sendo necessário tratamento médico, por vezes prolongado.

A EPA (2009) baseada na *Science Advisory Board* (SAB) classificou a QAI entre os cinco principais riscos ambientais para a saúde pública.

Em contrapartida a Organização Mundial de Saúde (2010) considerou a poluição do ar interior como sendo o 8º fator de risco para a saúde das populações, sendo responsável por 2,7% do conjunto de casos doenças no Mundo.

Os contaminantes do ar interior abrangem agentes físico-químicos, químicos e biológicos (Chan *et al*, 2009). De entre os poluentes físico-químicos que afetam a QAI, pode-se destacar as partículas suspensas no ar (PMx), como poluentes químicos temos o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de carbono (CO), o ozono (O₃), o formaldeído (HCHO), os compostos orgânicos voláteis (COVs) e o radão (através da emissão de radiação ionizante). Relativamente aos contaminantes biológicos podem incluir-se as bactérias e os fungos. As monitorizações de QAI compreendem também, parâmetros físicos como a temperatura ambiente, a humidade relativa, e a velocidade do ar.

4.1 Partículas ou aerossóis em suspensão no ar

As partículas ou aerossóis em suspensão no ar (PMx) são constituídas por uma mistura de compostos químicos ou biológicos podendo ser sólidos ou líquidos, com várias formas e tamanhos. Em 1980, início de 1990, foi desenvolvida uma classificação para as PMx, pelas Comissões da *International Organization for Standardization* (ISO), *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) e o CEN (Comité Europeu de Normalização) sendo designadas como partículas inaláveis, torácicas e respiráveis. Essa mesma classificação está referida na Norma Portuguesa 1726:2007 como:

- Fração Inalável (*inhalable particulate mass*) para as partículas potencialmente perigosas que atingem qualquer região do aparelho respiratório;
- Fração Torácica (*thoracic particulate mass*) para as partículas potencialmente perigosas que atingem a região pulmonar e alveolar;
- Fração Alveolar ou Respirável (*respirable particulate mass*) para as partículas potencialmente perigosas quando atingem a região alveolar.

Em 2009 a EPA considerou que o tamanho das partículas estava relacionado com o seu diâmetro aerodinâmico (dae) dando origem á seguinte classificação:

- Partículas com diâmetro aerodinâmico entre 2,5 µm a 10 µm, "partículas inaláveis grossas", emitidas em processos industriais.
- Partículas com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 2,5 µm, "partículas finas", encontradas no fumo e neblina.

De acordo com (Bernstein *et al*, 2008) as partículas finas (0,1 µm -2,5 µm) e ultra-finas (<0,1 µm) com origem no interior e exterior podem depositar-se na região traquebrônquial e alveolar. As partículas grossas (2,5 µm a 10 µm) com origem no interior tendem a depositar-se na região nasal, faríngea ou laríngea do aparelho respiratório.

As partículas, no seu conjunto, possuem um diâmetro aerodinâmico que varia entre 0,01 e os 100 µm (Mateus *et al*, 2013). As partículas grandes (> 2,5 µm) advêm principalmente de fenómenos mecânicos e as partículas finas (< 2,5 µm) e ultrafinas (< 0,1 µm) resultam de processos de combustão e são formadas através de reações químicas, a partir de precursores gasosos (Massey *et al*, 2012).

4.2 Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás incolor e inodoro. O CO₂ resulta dos processos respiratórios dos seres vivos animais (humanos e outros) e de processos de combustão e produção de energia. De acordo com o Guia Técnico da APA (2009) os ocupantes dos edifícios libertam cerca de 0,3 L/min CO₂ quando sujeitos a tarefas leves. Os níveis de dióxido de carbono em ambientes interiores podem variar entre 600 e 800 ppm. No entanto, de acordo com ASHRAE Standard 62-2004, para uma taxa mínima de ventilação exterior de 10L/s obtêm-se concentrações de CO₂ iguais a 850 ppm, em condições de estado estacionário no espaço ocupado. Considerando a indicação de (Santamouris *et al*, 2008), em edifícios com ventilação mecânica ou natural, taxas de ventilação iguais a 8 L/s, correspondem a concentrações de CO₂ iguais a 1000 ppm. O dióxido de carbono não é um contaminante químico muito grave. Os ocupantes dos edifícios só manifestam sintomatologias quando as concentrações excedem os 800 ppm (Martinez e Días, 2006). Entre os principais sintomas relacionados com esta concentração podemos considerar o desconforto, cansaço, dores de cabeça e problemas respiratórios. O dióxido de carbono, em concentrações superiores a 15.000 ppm, pode provocar perda de acuidade mental. Acima de 30.000 ppm, a sintomatologia associada inclui dores de cabeça, tonturas e náuseas. É considerado como um indicador da taxa de ventilação dos locais e é também um indicador da eficiência dos sistemas de ventilação.

4.3 Monóxido de Carbono

Pode-se descrever o monóxido de carbono (CO) como um gás tóxico, incolor, inodoro e insípido que surge como um subproduto da queima de combustíveis fósseis (combustão incompleta em caldeiras, aquecedores e fornos), gases de escape e fumo de tabaco. De acordo com estudo da EPA foi demonstrado que indivíduos que vivem em edifícios onde não há fumadores, as concentrações de CO no sangue variam entre 2 e 4 ppm. Em edifícios que contenham fogões a gás, essas mesmas concentrações poderão chegar aos 6 ppm (Jones, 1999).

A presença de CO no interior de edifícios está também relacionada com a sua emissão pelos veículos presentes em garagens ou no exterior e com uma ventilação inadequada (Martínez e Callejo, 2006; EPA, 2010). Concentrações elevadas de CO causam

intoxicação aguda, uma vez que o CO combinado com a hemoglobina (Hb) do sangue humano produz carboxihemoglobina (COHb), limitando a transferência de oxigênio para os tecidos do organismo (Chaloulakoua *et al*, 2002). Ainda de acordo com diversos autores (Chaloulakoua *et al*, 2002; Martínez e Callejo, 2006; APA, 2010), a relação entre o CO e COHb depende do tempo de exposição, atividade física e altitude. O limite de tolerância do monóxido de carbono é de 40 ppm. Todavia, segundo alguns autores, uma concentração de monóxido de carbono no ambiente interior de cerca de 10 ppm pode determinar efeitos tóxicos após uma hora de exposição e a concentração de 40 ppm pode ser fatal nesse mesmo intervalo de tempo.

4.4 Ozono

O ozono (O₃) é caracterizado como sendo um gás tóxico, incolor a azulado, instável, oxidante e reativo com odor pungente, tendo a sua origem na estratosfera através de reações fotoquímicas e na baixa atmosfera na presença de poluentes seus precursores como o óxidos de azoto (NO_x) e os compostos orgânicos voláteis (COVs). De acordo com a APA (2010) é um poluente perigoso para a saúde quando presente em excesso na troposfera. Existem diversas fontes de ozono no interior dos edifícios como por exemplo os purificadores de ar com geração de ozono. O ozono exterior influencia a concentração do ozono interior em cerca de 10% a 80% dos níveis do exterior. Esta variação é devida principalmente à infiltração de ar e insuflação resultante dos sistemas AVAC (Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado). Para além das fontes já referidas e de acordo com (Reger,1997), existem outras fontes como as fotocopiadoras, as impressoras a laser, os motores elétricos e os de combustão. Segundo (Kagi *et al*, 2007) a concentração de ozono no ar interior aumenta durante os processos de impressão. Quando no interior dos edifícios existem purificadores de ar com geração de ozono, fotocopiadoras, etc., as concentrações de ozono podem variar entre os 0,12 e os 0,80 ppm. Por ser muito reativo, exposições a concentrações elevadas de O₃ causam problemas no trato respiratório e pulmões, irritação nos olhos, dores de cabeça, secura da boca e garganta. Dos efeitos na saúde mencionados anteriormente podemos destacar que a irritação dos olhos, garganta e vias respiratórias, as dores de cabeça e a secura da boca, observam-se a concentrações superiores a 200 µg/m³; a irritação do tecido pulmonar a partir dos 160 µg/m³ depois de 6 horas de exposição e a diminuição da função pulmonar para uma exposição a concentrações entre 160 a 300 µg/m³. Existe

uma redução média da função pulmonar de 10% a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e uma redução de 30% a 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A redução da capacidade física com aumento de fadiga e aparecimento de asma acontece quando as concentrações de O_3 se situam entre os 240 a 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.5 Compostos Orgânicos Voláteis

Os compostos orgânicos voláteis (COVs) são constituídos por átomos de carbono e hidrogénio e apresentam pontos de ebulição na gama dos 50-250°C. Englobam uma grande variedade de compostos químicos, como os hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos e clorados, os aldeídos, as cetonas, os éteres, os ácidos e os álcoois (Martínez e Callejo, 2006). De acordo com vários estudos sobre QAI, foi verificado que os COV's no ambiente interior podem atingir concentrações 5 vezes superiores relativamente às encontradas no exterior (Brown *et al*, 1994; Lee *et al*, 2002). Foi verificado também que nos edifícios novos as concentrações de COV's são mais elevadas que nos edifícios mais antigos, devido à existência de material particulado proveniente da construção assim como de mobiliário recente que contem tintas vernizes e colas. As principais fontes de COV's, para além das referidas anteriormente, são também os revestimentos utilizados nos edifícios como por exemplo carpetes, os agentes de limpeza, as fotocopiadoras com processo líquido, e as fontes de combustão (Matos *et al*, 2010). Considerando uma gama de exposição de 0,3 a 3 mg/m^3 , a sintomatologia associada consiste na irritação das vias respiratórias com espirros, tosse e rouquidão, na irritação do sistema ocular com o aparecimento de conjuntivites, e ainda o aparecimento de alergias, dores de cabeça e secura das mucosas do nariz e garganta. Para valores superiores a 25 mg/m^3 , é possível identificar leucemia, cancro de pele e do pulmão (adaptado de APA, 2009).

4.6 Formaldeído

O formaldeído (HCOH) é um gás incolor, inflamável à temperatura ambiente e com odor intenso. Nos edifícios a sua proveniência pode estar relacionada com materiais como as tintas, resinas e colas, e com a utilização de equipamentos não dotados de exaustão, como por exemplo nos fogões a gás. A sua presença nos ambientes interiores pode também estar diretamente relacionada com o fumo do tabaco (EPA, 2009). A concentração do formaldeído é, de um modo geral, superior no ambiente interior do que no exterior, sendo que nos edifícios antigos as concentrações costumam ser superiores.

A concentração deste composto no ambiente interior está relacionada com a temperatura, com a humidade e com a taxa de ventilação/renovação do ar. É uma situação com génese nas alterações introduzidas na construção dos edifícios, com o objetivo de promoverem o seu isolamento e estanquicidade e, conseqüentemente minimizar os consumos energéticos. Este facto terá, inclusive, contribuído para que a Environmental Protection Agency (EPA), dos Estados Unidos, tenha vindo a classificar os problemas de qualidade do ar interior (QAI) entre os principais riscos para a saúde pública e, já desde 1988, considerar o formaldeído como um dos principais poluentes do ar interior. Verifica-se também que quanto maior for a temperatura e a humidade maior será o nível de formaldeído, uma vez que estes parâmetros físicos são promotores da sua volatilização.

Segundo (Wolkoff *et al*, 2010), a concentração média deste composto no interior das habitações é, geralmente, inferior a $0,05 \text{ mg/m}^3$, à exceção de edifícios novos ou com grandes superfícies em madeira, onde se podem atingir concentrações superiores a $0,1 \text{ mg/m}^3$ devido à existência nas madeiras de colas, vernizes e resinas.

Em 1987, a EPA classificou o formaldeído como um composto com potencial cancerígeno para o ser humano em caso de exposições prolongadas e a concentrações elevadas. Quando os níveis deste composto se situam entre os 60 mg/m^3 a 130 mg/m^3 , pode ocorrer falta de ar, salivação excessiva, espasmos musculares involuntários, danos na córnea, coma e morte por cancro da nasofaringe. A *International Agency for Research on Cancer* (IARC, 2006) classificou-o como cancerígeno humano (Grupo 1).

4.7 Radão

O radão é um gás de origem natural, radioativo, inodoro, incolor, em que os átomos se desintegram dando origem a outros elementos também radioativos, conduzindo a Terra à exposição de radiações ionizantes. A entrada do radão num edifício ocorre preferencialmente nas zonas de contacto com a superfície do terreno (ITN, 2005). De acordo com estudos efetuados pela OMS (2009), verificou-se que a presença de radão no interior de edifícios é responsável pelo aumento do número de casos de cancro no pulmão.

A concentração no ar interior é influenciada, segundo (Freitas, 2008), pelas características do terreno, pelos materiais utilizados na construção, pelas condições de

ventilação, pela origem da água corrente e ainda pelos hábitos de vida e de trabalho das pessoas. Em espaços interiores o radão tende a acumular-se, podendo alcançar concentrações superiores a 400 Bq/m³ ou mesmo superiores a 1000 Bq/m³. Podem-se diminuir os níveis de radão no interior dos edifícios através da ventilação natural com a simples abertura das janelas (Matos *et al*, 2010). As zonas de Portugal com maiores níveis de radão são os distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco, devido à composição dos terrenos nestes locais ser de origem granítica.

4.8 Poluentes Biológicos

Nos ambientes interiores existem partículas de origem biológica ou bio aerossóis, cujo tamanho pode variar entre 0,01 a 100 µm (Sousa *et al*, 2009). Os bio aerossóis podem ter na sua composição bactérias patogénicas ou não patogénicas, fungos, vírus, alergénios, endotoxinas bacterianas, mico toxinas, pólen, fibras vegetais e muitos outros elementos.

(Stetzenbach *et al*, 2004) referem que a humidade e os microrganismos presentes em edifícios podem afetar a saúde humana, provocando o aparecimento de infeções, alergias e reações de hipersensibilidade. Como fonte principal de microrganismos podemos considerar a ocupação humana dos espaços interiores, a ventilação deficiente e também a deficiente manutenção do sistema AVAC.

Nos ambientes interiores as bactérias mais comuns são as do género *Bacillus* e *Micrococcus*. As espécies associadas aos sistemas AVAC são as seguintes: *Pseudomonas* spp, especialmente *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium* spp, *Staphylococcus pyogenes*, *Serratia marscescents* e *Leggionella pneumophila* (Kay, 1991; Santos, 2008).

Das bactérias anteriormente mencionadas é a *Leggionella pneumophila* a que mais correntemente afeta as pessoas.

A *Leggionella pneumophila* é encontrada em ambientes aquáticos, redes de abastecimento e distribuição de água, ar condicionados e sistemas de arrefecimento, condensadores, humidificadores e sistemas AVAC existentes nos edifícios (Kay *et al*, 1991; Benoliel *et al*, 2010).

A doença do Legionário desenvolve-se entre dois e dez dias após a pessoa ser exposta à bactéria *Leggionella pneumophila*. A sintomatologia associada a esta doença no primeiro dia é:

- Dor de cabeça
- Dor muscular
- Calafrios
- Febre de 40 graus ou superior.

A sintomatologia associada a esta doença no segundo e terceiro dia inclui:

- Tosse, que pode ter muco e em alguns casos sangue
- Falta de ar
- Dor no peito
- Problemas gastrointestinais como náuseas, vômitos e diarreia
- Confusão e outros problemas mentais.

A doença do Legionário afeta o sistema pulmonar, e causa infeções em diversas partes do corpo humano como por exemplo o coração podendo ser fatal nos grupos mais suscetíveis da população (idosos e crianças). Esta doença pode ter no entanto uma forma mais leve, conhecida como febre de Pontiac, em que os sintomas incluem febre, calafrios, dor de cabeça e dores musculares. A febre Pontiac não provoca infeção nos pulmões, e os sintomas geralmente desaparecem dentro de dois a cinco dias.

5. Evolução Histórica da Regulamentação de QAI

A regulamentação de qualidade do ar interior é diversa, tendo sido feito um levantamento no *site* do Diário da República da mais pertinente. Pretende-se dar uma panorâmica da sua evolução ao longo do tempo.

A evolução histórica da legislação portuguesa de qualidade do ar interior em edifícios nasceu com as preocupações existentes nesta matéria, sendo portanto relativamente recente. O primeiro Decreto – Lei surge em 1990 com o Decreto – Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro, estando este apenas relacionado com questões térmicas e energéticas. Mais tarde surge o Decreto – Lei nº 156/92, de 29 de Julho, o qual consistia numa atualização do Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios, baseando-se também na qualidade do ar no interior dos edifícios, como a existência de ventilação adequada. O Decreto – Lei nº 156/92, de 29 de Julho, foi substituído pelo Decreto – Lei nº 118/98, de 7 de Maio, que aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). De seguida com o aparecimento do Protocolo de Quioto, foi publicada a Diretiva n.º 2002/91/CE com o intuito de melhorar o desempenho energético dos edifícios.

Devido ao impacto causado pelo grande consumo energético em Portugal, foi aprovado o Decreto – Lei nº 78/2006, de 4 de Abril, com o aparecimento do Sistema de Certificação Energética (SCE), e também foi aprovado o Decreto – Lei nº 79/2006, de 4 de Abril, no sentido de melhorar o conforto térmico e eficiência energética nos edifícios, dando já relevo à monitorização e manutenção dos sistemas de climatização. Foi então aprovado também o Decreto – Lei nº 80/2006, de 4 de Abril que regulamentava as Características Térmicas dos Edifícios. A 19 de Maio, de 2010 surgiu a Diretiva n.º 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, relacionada com o Desempenho Energético dos Edifícios, acabando por reformular a Diretiva n.º 2002/91/CE. Mais tarde surgiu a Diretiva n.º 2010/31/EU que foi transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, que visava a aprovação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços. O mesmo Decreto-Lei foi também regulamentado por várias Portarias, como por exemplo a Portaria 353- A/2013, de 4 de Dezembro, na qual são indicados os valores mínimos de caudal de ar novo por local, assim como os limites de proteção e os valores de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a

grandes intervenções, incluindo também os existentes e a respetiva metodologia de monitorização dos poluentes. Com esta Portaria são também referidos os limites de referência nacionais das concentrações de CO₂ encontradas nos diferentes locais, tendo sido estabelecido o limiar de proteção da concentração de CO₂ em 1250 ppm, o equivalente a 2250 mg/m³. Para além desta Portaria foi aprovada a Portaria 349-A/2013, de 29 de Novembro, que determina as competências da entidade gestora do SCE, estabelecendo as categorias de edifícios para efeitos de certificação energética, assim como define o tipo de pré – certificados e certificados SCE e a responsabilidade pela sua emissão, fixando também as taxas de registo no SCE, e estabelecendo os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ). Anteriormente à Portaria nº 349-A/2013 de 29 de Novembro, já tinha sido publicada a Lei nº 58/2013 de 20 de Agosto que aprovava os requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito qualificado para a Certificação Energética e do técnico de instalação e manutenção de edifício e sistemas. Contudo esta Lei apenas veio a entrar em vigor no dia 1 de Dezembro de 2013.

Em Fevereiro de 2015 foi publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente, Direção Geral de Saúde, e Inspeção Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território as “Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços” no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0). Mais tarde ainda surgiu a Portaria nº 115/2015, de 24 de Abril, onde se encontra descrita a alteração dos Anexos I, III, IV e V da Portaria nº 349 – A/2013, de 29 de Novembro, e onde são estabelecidas as categorias de edifícios para efeitos de certificação energética e as taxas de registo do Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE).

6.Evolução legislativa das visitas preliminares de QAI

Antes de ser efetuada uma auditoria de QAI, e de acordo com o Decreto – Lei 79/2006, de 4 de Abril (revogado pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto) e (NT-SCE-02-Anexo-I) de 2 de Setembro de 2009 devia ser efetuada uma visita preliminar ao local a ser monitorizado. Esta visita preliminar tinha como finalidade conhecer o edifício, ou edifícios, a serem sujeitos a monitorização de QAI, determinar o número das análises a efetuar e decidir quais os parâmetros de qualidade do ar que deviam ser analisados para efetuar a monitorização do local de uma forma representativa. Neste contexto as visitas preliminares referidas na Nota Técnica (NT-SCE-02-Anexo-I), de 2 de Setembro de 2009, consistiam no seguinte, que passo a transcrever:

«Recolha de toda a informação relevante sobre o edifício ou fração autónoma e seus sistemas. Realização de uma visita preliminar ao edifício ou fração autónoma e seus sistemas. Verificação expedita do nível de CO₂ no interior e no exterior (junto às tomadas de ar novo) do edifício ou fração autónoma. Pré-avaliação das condições de higiene e de manutenção do sistema de AVAC.

Como sugestões para a realização desta visita preliminar seria também necessária a solicitação ao proprietário do edifício da seguinte informação:

Memória descritiva do sistema de AVAC e peças desenhadas atualizadas do edifício (plantas, alçados e cortes). Telas finais dos traçados das várias redes de fluidos bem como os respetivos esquemas de princípio de funcionamento, incluindo comando e controlo dos equipamentos de AVAC. Identificação e caracterização de áreas com uso especial (ex., cafetarias, salas de impressão e cópia, laboratórios, elevadores, salas de lazer, salas de conferência, áreas de armazenagem, etc.); Número de ocupantes e padrão de ocupação dos diferentes tipos de espaços; Registos de queixas (sintomas) (se existirem). Os ocupantes podem ser entrevistados, especialmente os queixosos, caso se aplique.

Devia também ser registada qualquer fonte óbvia de poluentes, interna ou externa.

- Odores;
- Sobrelotação;
- Falta de condições sanitárias;
- Pó ou partículas;
- Problemas de humidade, crescimento visível de fungos;
- Presença de substâncias químicas.

Para além do que foi referido anteriormente seria necessário também: comparar a ocupação e utilização reais dos espaços com as definidas no projeto. A densidade de ocupantes aumentou? As áreas de trabalho foram rearranjadas ou convertidas para outros usos? Foram colocados novos equipamentos, computadores, impressoras, fotocopiadoras ou humidificadores? Identificar áreas onde estejam a decorrer, ou onde tenham ocorrido recentemente atividades de remodelação, de reparação, ou de decoração. Verificar se estão a ser utilizados procedimentos de controlo adequados (captações e exaustões localizadas) para isolar poeiras, emissões de tintas e de outros poluentes na forma gasosa, relacionados com a atividade. Procurar fungos (bolores) visíveis devido à condensação, fugas de água ou níveis de humidade elevados. Observar a localização relativa dos terminais de insuflação e de extração e prever os padrões de escoamento na zona ocupada. Detetar possíveis áreas de estagnação e curto-circuitos (insuflação-extração). Outras que o Perito Técnico considere pertinentes».

(NT-SCE-02-Anexo-I, 2009)

Neste contexto com a aprovação do Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, e Portaria 353-A, de 4 de Dezembro de 2013, as auditorias de QAI, deixaram de ser obrigatórias, passando a ser voluntárias. De acordo com a mesma legislação, a fiscalização de QAI em grandes edifícios de comércio e serviços, deve ser efetuada pela Inspeção Geral do Ambiente e Ordenamento do Território (IGAMAOT) e de acordo com metodologia a estabelecer pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e pela Direção-Geral da Saúde (DGS). De seguida, a Agência Portuguesa do Ambiente, em colaboração com Direção Geral de Saúde e Inspeção Geral do Ambiente e Ordenamento do Território (IGAMAOT), desenvolveu, em Fevereiro de 2015, um documento designado “Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços” no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0), para dar suporte às metodologias de QAI utilizadas nas visitas preliminares de QAI voluntárias. Neste documento as visitas preliminares de QAI, baseiam-se no seguinte, que passo a transcrever:

«A entidade que efetua a avaliação da qualidade do ar interior deve diligenciar, junto do proprietário ou responsável do edifício ou fração, a obtenção da informação que apoie e documente as ações executadas.

- Memória descritiva do sistema de AVAC e peças desenhadas atualizadas do edifício (plantas, alçados e cortes)
- Plantas finais dos traçados das várias redes de fluídos bem como os respetivos esquemas de princípio de funcionamento, incluindo o comando e controlo dos equipamentos de AVAC;
- Identificação e caracterização de áreas com uso especial (ex., cafetarias, salas de impressão e cópia, laboratórios, elevadores, salas de lazer, salas de conferência, áreas de armazenagem, etc.);
- Número de ocupantes e padrão de ocupação dos diferentes tipos de espaços;
- Planos de manutenção;
- Registos de queixas com identificação do local do edifício onde ocorreram e informação relativa aos sintomas e ao período de duração dos mesmos.»

(“Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços”
no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0))

De acordo com a informação referida anteriormente, e considerando a evolução legislativa das visitas preliminares de QAI, é possível verificar que estamos a regredir em termos de visitas preliminares de QAI, com a nova legislação. Para além de as visitas preliminares e auditorias de QAI deixarem de ser obrigatórias, as visitas preliminares, quando solicitadas, devem ser efetuadas com muito menos informação que as referidas no Decreto – Lei 79/2006 de 4 de Abril e Nota Técnica SCE02 de 2009, tendo

consequentemente, um impacto negativo na realização da auditoria e na realização do relatório final de QAI.

Em consequência do que foi referenciado anteriormente proponho neste trabalho a revisão da legislação em causa, de forma a que se passe a exigir visitas preliminares e auditorias obrigatórias de QAI a edifícios de comércio serviço e industriais, com uma periodicidade anual, e que as visitas preliminares sejam uniformizadas e melhoradas para além das informações constantes na Nota Técnica SCE02 de 2009. Nesse contexto proponho que seja acrescentado o seguinte:

6.1 Verificação de Queixas

De modo a uniformizar a verificação de queixas numa visita preliminar de QAI, e com o intuito de solicitar a revisão da legislação existente, considero relevante a utilização de um inquérito a ser respondido pelos queixosos, englobando, para além dos itens referidos na nota técnica (NT-SCE02- ANEXO-I), aspetos tão pertinentes como os que se relacionam com o tipo de queixas apresentadas pelos ocupantes, o momento em que as primeiras queixas surgiram e a intensidade da sintomatologia.

De seguida é apresentado um modelo de inquérito sobre a Verificação de Queixas que poderá vir a ser utilizado.

Tabela 6.1.1. Inquérito de Verificação de Queixas

Identificação do local		
Morada:		
Data:		
Local de Trabalho:		
Nome do colaborador:		
Idade:		
Área da Queixa:		
Momento de início e de alívio da queixa:		
Presença de Sintomatologias:	Sim	Não
Sintomas oculares		
Dificuldade ou não na utilização de lentes de contacto		
Sintomas nasais		
Sintomas de garganta		
Transtornos respiratórios		
Sintomas bocais		
Transtornos cutâneos		
Transtornos digestivos		
Dores		
Sintomas parecidos com a gripe		
Sintomas de tensão		
Mal-estar geral		
Outros		
Nome do Técnico Que Realizou o Inquérito		

Este questionário é fundamental uma vez que a sintomatologia está associada a uma série de fatores que nos podem ajudar a compreender o problema de QAI existente. Assim, por exemplo, quando existe dificuldade na utilização de lentes de contacto pode ser um indicativo de que o ar está demasiado seco e aconselha-se, nessas situações, uma avaliação de humidade relativa. Quando existem irritações oculares, pode-se estar em presença de um excesso de partículas no ambiente, ou contaminação devida a microrganismos, sejam eles bactérias ou fungos. Podem ocorrer também, situações

infeciosas provocando problemas respiratórios, ou outros, devido à presença de microrganismos patogénicos. Nesta última situação é importante efetuar o despiste desses microrganismos patogénicos.

6.2 Descrição do Edifício

De modo a uniformizar a solicitação dos dados referentes à descrição do edifício sujeito a uma visita preliminar de QAI, e com o intuito de propor a revisão da legislação existente, considero relevante, para além do referido na nota técnica (NT-SCE02-ANEXO-I) obter informações mais precisas como as que são apresentadas na tabela 6.2.1.

Com o preenchimento da tabela 6.2.1 são recolhidas informações pertinentes como sejam o ano de construção do edifício, que é importante para saber que tipo de materiais de construção que foram utilizados, conduzindo-nos, de imediato, a um despiste da presença ou não de amianto. Nas garagens, a presença de detetores de monóxido de carbono é fundamental, de forma a que as concentrações limites não sejam ultrapassadas. No interior do edifício, detetores de dióxido de carbono são também importantes e, no caso de existirem, tornam desnecessária a avaliação expedita de CO₂ referida na nota técnica NT-SCE02- ANEXO-I. A informação relativa à realização ou não da monitorização de ar ambiente é relevante atendendo a que as condições ambientais devem ser verificadas periodicamente. No caso de deteção de anomalias estas devem ser corrigidas de imediato. A verificação da ventilação é fundamental uma vez que, quando existe falta de ventilação, ou o ar é estagnado, a concentração dos contaminantes no interior aumenta substancialmente. As correntes de ar devem ser evitadas uma vez que podem causar problemas de saúde aos ocupantes do edifício. Além de tudo isto convém analisar o tipo de revestimento utilizado no edifício e verificar se se encontra ou não em bom estado. Alguns revestimentos, como as alcatifas, se não forem sujeitas a uma limpeza correta são uma fonte de partículas. Os tetos falsos podem ter revestimentos potencialmente nocivos, uma vez que alguns desses revestimentos são responsáveis pela libertação de partículas de diferentes gamas de tamanho.

Tabela 6.2.1. Inquérito da Descrição do Edifício

Nome do Local		
Morada		
Data:		
Ano de construção do edifício.		
	Sim	Não
Existência ou não garagens, e em caso afirmativo se existem detetores de monóxido de carbono.		
Existência ou não de detetores de dióxido de carbono.		
Presença de humidificadores		
Presença de Ionizadores.		
Presença de ozonizadores.		
Presença ou não de plantas e qual o tipo de tratamento (utilização ou não de herbicidas).		
Existência ou não de fontes de combustão aberta		
Verificação da existência ou não de monitorizações de QAI no edifício em causa.		
Verificação das condições de ventilação do local ou locais (se existem correntes de ar, falta de ventilação, ar estagnado ou se não existem anomalias).		
Verificação dos revestimentos do edifício (se encontram ou não em bom estado de conservação).		
Nome do Técnico Que Realizou o Inquérito		

6.3 Sistemas de ventilação/Ar Condicionado

Na sequência das secções anteriores e para uniformizar a solicitação dos dados referentes ao sistema de ventilação/ar condicionado, tendo em consideração a nota técnica (NT-SCE02-ANEXO-I), devem solicitar-se dados como os que são apresentados na tabela 6.3.1.

Tabela 6.3.1 Inquérito do Sistema de Ventilação/Ar Condicionado

Nome do Local	
Morada	
Data:	
Qual o horário de funcionamento do sistema de ventilação/climatização	
Regime de trabalho dessas unidades (110% de ar exterior, 100% de ar recirculado, e a percentagem de ar recirculado quando existe)	
Caudal nominal de ar	
Caudal efetivo de ar	
Caudal do ar exterior	
Qual o combustível utilizado no sistema de aquecimento	
Qual a temperatura do termostato do sistema de aquecimento	
Qual a temperatura do termostato do sistema de arrefecimento	
Se o sistema de ventilação/climatização dispõe de humidificador de ar	
Se existem outros equipamentos de climatização do ar (como «fancoils» e «splits»).	
Tipos de filtro utilizados no sistema AVAC, método de limpeza, periodicidade de troca e data da última troca dos filtros.	
Existência ou não de torre de refrigeração (ou tabuleiros de condensados) e em caso afirmativo qual a sua idade, verificação do estado de limpeza, e qual o tipo de material que se encontra em contacto com a água.	
Nome do Técnico Que Realizou o Inquérito	

Relativamente aos itens da tabela 6.3.1 várias informações importantes podem ser recolhidas. O regime de trabalho das unidades de tratamento de ar é um indicativo da percentagem da renovação de ar do edifício. Assim, temos casos em que o regime de

trabalho das unidades de tratamento de ar é de 100% de ar exterior, noutras situações o valor é de 100% de ar recirculado e noutras situações existe uma percentagem de ar exterior que pode ser variável de edifício para edifício. A situação considerada mais problemática corresponde à de 100% de ar recirculado, atendendo a que não existe mistura do ar exterior sendo sempre o mesmo ar que é introduzido no edifício. Esta situação pode acarretar problemas de saúde porque como não existe renovação de ar a concentração dos poluentes interiores aumenta.

Para além das unidades de tratamento de ar existem outros equipamentos de climatização do ar como o «splits» ou o «fancoils». Nestas situações é necessário verificar o estado de limpeza dos filtros, periodicidade de troca e data da última troca, uma vez que os filtros se deterioram com a utilização.

Os edifícios devem ter um sistema de manutenção do sistema de ar condicionado que passa pela limpeza periódica dos filtros, colocação de filtros ajustados aos diferentes equipamentos e com capacidade de retenção de partículas adequada. A sua limpeza passa, normalmente, por uma aspiração ou lavagem. Quando os filtros se encontram em mau estado devem ser substituídos, caso contrário a sua capacidade de retenção de partículas diminuiu substancialmente.

A torre de refrigeração deve também ser objeto de fiscalização para se verificar o aspeto da água do tanque, o material que fica em contacto com a água e a sua idade, sendo necessário obter informações quanto à forma como é efetuada a sua limpeza. É na água da torre de refrigeração, ou nos tabuleiros de condensados, entre outros locais, que é efetuada a colheita para o despiste de *Leggionella pneumophila*.

7. Evolução legislativa das auditorias de QAI

De acordo com o Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril (revogado pelo Decreto – Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto) os Peritos Qualificados (PQ) deveriam efetuar auditorias periódicas à Qualidade do Ar Interior (QAI) nos edifícios existentes, procedendo à medição das concentrações dos poluentes constantes no regulamento e à avaliação das condições higiénicas do sistema AVAC e da sua capacidade de filtragem. Os edifícios abrangidos eram os seguintes, e passo a transcrever:

a) Grandes edifícios ou frações autónomas de serviços, existentes e novos, com área útil superior a 1.000 m², ou no caso de edifícios do tipo centros comerciais, supermercados, hipermercados e piscinas aquecidas cobertas, com área superior a 500 m²; b) Novos pequenos edifícios ou frações autónomas de serviços com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW; c) Novos edifícios de habitação ou cada uma das suas frações autónomas com sistemas de climatização com potência instalada superior a 25 kW; (d) Novos sistemas de climatização a instalar em edifícios ou frações autónomas existentes, de serviços ou de habitação, com potência instalada igual ou superior a 25 kW em qualquer tipologia de edifícios; e) Grandes intervenções de reabilitações relacionadas com a envolvente, as instalações mecânicas de climatização ou os demais sistemas energéticos dos edifícios de serviços; f) Ampliações dos edifícios existentes, em que a intervenção, não atinja, o limiar definido para, ser considerada uma grande intervenção de reabilitação.

Decreto-Lei n.º 79/2006 de 4 de Abril

Fonte: Adene – Agência para a Energia.

Para fazer face ao grande consumo energético dos edifícios foram criadas novas regulamentações, de forma a melhorar o desempenho energético e as condições de conforto dos edifícios. Como consequência foi aprovada a Diretiva n.º 2010/31/UE, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios, e transposta para a legislação nacional através do Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto. Este documento legal, conjuntamente com a Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, define exigências novas de qualidade do ar interior, mais precisamente dos valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e dos valores limites de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior. Como mencionado na secção anterior, com esta nova legislação as auditorias de QAI deixaram de ser obrigatórias, passando os operadores dos edifícios de comércio e serviços, a fazê-las voluntariamente. Conforme refere a legislação em causa são eliminadas as auditorias de qualidade do ar interior mantendo-se, contudo, a necessidade de se efetuar a monitorização de QAI e adotar medidas preventivas tanto ao nível da conceção dos edifícios como do seu funcionamento de forma a que os requisitos legais sejam cumpridos e se assegure a diminuição de riscos para a saúde pública.

Para dar suporte às auditorias de QAI, em Fevereiro de 2015, foi criada uma metodologia de Avaliação de Qualidade do Ar Interior, publicada pela Agência Portuguesa do Ambiente, Direção Geral de Saúde, e Inspeção Geral da Agricultura, do Mar do Ambiente e do Ordenamento do Território as “Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços” no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0). Os operadores dos edifícios de comércio e serviços que voluntariamente pretendam proceder à avaliação da QAI nas suas instalações, de forma a poderem ser fiscalizados, devem recorrer a laboratórios que apliquem a metodologia estabelecida nesse documento. Neste documento é referido que os laboratórios, para efetuarem as avaliações no contexto da fiscalização, devem utilizar os métodos de referência, ou equivalentes, e ter programas de controlo e garantia de qualidade no que concerne às amostragens e medições, de acordo com as normas nacionais e internacionais na matéria, e que apliquem a metodologia estabelecida e publicitada nos sítios da internet pelas entidades competentes nos domínios do ambiente e da saúde, mantendo os registos e a documentação necessária que evidenciem o cumprimento dos critérios de qualidade. Com tudo o que foi referido anteriormente é possível concluir que a legislação de qualidade do ar interior é cada vez menos exigente, deixando ao critério de cada um implementar ou não as auditorias de QAI. É desejável que se implemente uma nova legislação que faça progredir as medidas de controlo higienosanitárias de QAI pois o ambiente no interior das habitações e outros edifícios pode afetar drasticamente a saúde dos seus ocupantes.

7.1 Evolução Legislativa dos Valores de Referência Nacionais

De acordo com o Decreto- lei nº 79/2006, de 4 de Abril e Decreto – lei nº 80/2006, de 4 de Abril foram fixados valores de referência nacionais para os poluentes a medir na auditoria de QAI. Com a nova legislação, Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto e Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro, alguns destes valores de referência nacionais foram revistos e foram acrescentados novos parâmetros de medição. Na tabela 7.1.1 são apresentados os valores de referência nacionais de qualidade do ar interior de acordo com o Decreto – lei nº 79/2006, de 4 de Abril, Decreto – lei, nº 80/2006 de 4 de Abril, Decreto – lei nº 118/2013, de 20 de Agosto e Portaria nº 353-A/2013, de 4 de Dezembro.

Tabela 7.1.1 Valores de Referência Nacionais

Parâmetro	Decreto-lei nº 79/2006 de 4 de Abril Concentração Máxima de Referência (CMR) /Valores de referência	Decreto – Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto e Portaria nº 353-A/2013 Limiar de protecção¹
Partículas Suspensas no Ar (PM10)	0,15 mg/m ³	50 µg/m ³
Partículas Suspensas no Ar (PM2,5)	-	25 µg/m ³
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1800 mg/m ³	2250 mg/m ³
Monóxido de carbono (CO)	12,5 mg/m ³	10 mg/m ³
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVT)	0,6 mg/m ³	600 µg/m ³
Formaldeído (HCOH)	0,1 mg/m ³	100 µg/m ³
Ozono (O ₃)	0,2 mg/m ³	-
Radão#	400 Bq/m ³	400 Bq/m ³
Microrganismos – Bactérias	500 UFC/m ³	Concentração de bactérias totais no interior inferior à concentração no exterior, acrescida de 350 UFC/m ³
Microrganismos – Fungos	500 UFC/m ³	500 UFC/m ³
<i>Legionella</i>	100 UFC/L	Ausência
Velocidade do Ar (<i>var</i>)	≤0,2 m/s	-
Caudais mínimos de ar novo	300 m ³ /(h.ocupante) – Gabinete	-
	Decreto-lei nº 80/2006 de 4 de Abril	
Humidade Relativa do Ar (HR)	50%	-
Temperatura do Ar (TA)	20°C- Verão	-

Legenda: mg/m³ – miligrama por metro cúbico; Bq/m³ = Becquerel por metro cúbico; UFC/m³- unidade formadora de colónias por metro cúbico; UFC/L – unidade formadora de colónias por litro; m/s – metro por segundo; m³/(h. ocupante) - metro cúbico por hora e ocupante; % -percentagem; °C – grau celsius.

Nota: #Avaliação recomendada apenas em edifícios localizados em zonas graníticas, nomeadamente, nos distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco.

As concentrações de µg/m³ e mg/m³ referem-se à temperatura de 20°C e à pressão de 1atm (101,325Kpa).

1.Os limiares de protecção indicados dizem respeito a uma média de 8 horas.

Efetuada a comparação entre a legislação revogada (Decreto – lei nº 79/2006, de 4 de Abril e Decreto – Lei nº 80/2006, de 4 de Abril) e a nova legislação (Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto e Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de Dezembro) é possível verificar a existência de:

- redução dos valores de referência nacionais das partículas PM10 e monóxido de carbono.
- aumento dos valores de referência nacionais do dióxido de carbono
- introdução na nova legislação da monitorização de partículas PM2,5.

Os critérios de conformidade também foram alterados relativamente ao estabelecido na NT-SCE-02, de 2009: para todos os poluentes: [Poluente] Max \leq valor limite, ou seja o valor máximo das concentrações médias do poluente monitorizado, obtidas em todos os pontos de amostragem, deve ser menor ou igual ao valor limite para esse poluente. As excedências de curta duração para o monóxido de carbono foram diminuídas.

No caso de excedências dos COVs devem ser atualmente utilizados os seguintes valores limite:

- Benzeno:5; ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Tricloroetileno:25; ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Tolueno:250; ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Estireno:260; ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Tetracloroetileno:250 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Considero que neste caso existe uma melhoria na nova legislação, uma vez que na anterior os COV's não eram contemplados.

No caso dos caudais de ar novo estes são agora calculados com base nas taxas de metabolismo, número de ocupantes e existência de produção de poluentes no edifício. Isto representa uma melhoria significativa relativamente à legislação anterior, porque os cálculos dos caudais de ar novo passam a ser mais adequados às necessidades dos ocupantes dos edifícios.

Para uma melhor monitorização da QAI, podem-se ainda medir outros parâmetros complementares, tais como a temperatura do ar, a temperatura média de radiação das superfícies, a humidade relativa do ar, a pressão atmosférica e velocidade do ar (à saída dos difusores de ar e/ou ao nível dos ocupantes). Todos estes parâmetros são relevantes uma vez que contribuem para o bem-estar dos ocupantes dos edifícios.

Como conclusão pode considerar-se que a nova legislação, no aspeto de definição dos valores de referência nacionais, está mais bem conseguida que a anterior, uma vez que os limites de referência nacionais estão mais ajustados aos edifícios e existem novas monitorizações que não eram consideradas na legislação anterior (Decreto – lei nº 79/2006 de 4 de Abril e Decreto – Lei nº 80/2006 de 4 de Abril) como por exemplo as partículas PM_{2,5}, parâmetros complementares e novos compostos nas excedências de compostos orgânicos voláteis.

7.2 Evolução Legislativa dos Métodos de Monitorização

Na auditoria de QAI, de acordo com nota técnica NT-SCE-02, 2009, RSECE e SCE, os métodos utilizados para monitorização dos diferentes poluentes são os descritos na tabela 7.2.1, devendo constar no relatório da auditoria.

No que respeita aos métodos de avaliação, de acordo com a nova legislação (Decreto – Lei nº 118/2013, de 20 de Agosto e Portaria nº 353-A/2013) a análise dos poluentes deve ser efetuada recorrendo a sistemas de medição em concordância com as normas CEN, ou na sua ausência as normas ISO, normas nacionais ou internacionais.

Na monitorização de poluentes de QAI podem ser utilizados métodos automáticos em contínuo ou amostragem passiva ou ativa e posterior análise em laboratório. As análises microbiológicas (fungos e bactérias) devem ser efetuadas em laboratórios acreditados ou outros laboratórios que participem anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial, organizados por entidades nacionais reconhecidas para o efeito.

Como conclusão verifica-se que só as análises microbiológicas é que devem ser feitas em laboratórios acreditados ou outros laboratórios que participem anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial. Para os restantes parâmetros isto não acontece, sendo apenas necessários os laboratórios terem requisitos de qualidade que também não são especificados na legislação atual, e que possam ser demonstrados.

A legislação carece ser mais informativa neste aspeto porque exigir apenas “requisitos de qualidade” é muito vago. Será sempre importante que a avaliação de todos os parâmetros de QAI sejam efetuadas por laboratórios acreditados, pois aí os requisitos de qualidade são muito mais exigentes e as monitorizações em causa são efetuadas com muito mais rigor.

Tabela 7.2.1 - Métodos de referência 1, métodos equivalentes 2 e requisitos mínimos para monitores portáteis de leitura em tempo real dos parâmetros poluentes nos termos do RSECE.

Parâmetro	Método/Princípio de Referência	Métodos/Princípios Equivalentes	Características Técnicas	
			Erro Máximo Admissível ³	Resolução
Dióxido de carbono (CO ₂)	Infra Vermelho Não Dispersivo (NDIR)	Método eletroquímico; Infra Vermelho (FTIR ⁴), PAS -Sensor Foto Acústico	±10% da concentração máxima de referência	1ppm
Monóxido de carbono (CO)	Infra Vermelho Não Dispersivo (NDIR)	Método eletroquímico; Infra Vermelho (FTIR), PAS -Sensor Foto Acústico	±10% da concentração máxima de referência	0,1ppm
Partículas atmosféricas (PM10)	Método gravimétrico com cabeça de amostragem seletiva PM10	Dispersão ótica (UV; Laser); Absorção por Radiação Beta; Micro balança de oscilação de peso (TEOM); Ressonância piezoelétrica	±10% da concentração máxima de referência	1 ug/m3
Formaldeído (HCHO)	Recolha e análise por cromatografia (ISO 16000-2:2006, ISO 16000-3:2001 e ISO 16000-4:2004)	Amostradores passivos impregnados com DNPH ⁵ ; Tubos de difusão; Método eletroquímico; Método do borbulhador. Método de fotometria	±20% da concentração máxima de referência	0,01pm
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVtotais)	Recolha e análise por cromatografia (ISO 16000 - Parte V:2007, Parte VI:2004)	Amostradores passivos (Tenax, carvão ativado, etc); Canisters; FID - Detetor de Foto Ionização de Chama; PID – Detetor de Foto Ionização; PAS - Sensor Foto Acústico; Infra Vermelho (FTIR)	±10% da concentração máxima de referência	0,01 ppm
Ozono (O ₃)	Absorção Ultra Violeta (UV)	Quimiluminiscência do etileno; Quimiluminiscência do NO; Método eletroquímico	±10% da concentração máxima de referência	0,01 ppm
Radão (Rn)	Detetores de estado sólido	Detetores passivos;	±10% da concentração máxima de referência	1 Bq/m3

1- O método de referência é um método estabelecido por legislação nacional, comunitária, ou internacional (ex, ISO) para a medição de um poluente específico do ar ambiente. Os métodos CEN (EN-ISO) são considerados métodos de referência. 2 - O método equivalente é um método de medição que estabelece uma resposta adequada para os fins em vista em relação ao método de referência; no método equivalente, os resultados não diferem do método de referência dentro de um determinado intervalo de incerteza estatística. 3- O erro máximo admissível - é o erro máximo de uma medição em relação a um valor de referência permitido por especificações ou regulamentos (neste caso correspondente à concentração máxima de referência do DL79/2006 de 4 Abril) para uma medição, instrumento de medição, ou sistema de medição. (ISO/IEC Guide 99-12:2007 International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM). 4- Infra-vermelhos por Transformada de Fourier. 5- Solução absorvente de Dinitro Fenil Hidrazina (DNPH). Todos os equipamentos ou métodos de medição utilizados no âmbito das auditorias à QAI nos termos do SCE devem apresentar uma gama de medição adequada às concentrações máximas fixadas no RSECE. Em qualquer auditoria periódica nos termos do SCE, os tempos de estabilização, as calibrações e/ou verificações devem seguir os requisitos técnicos exigidos pelos fabricantes dos instrumentos de medição. Todos os equipamentos devem apresentar uma periodicidade de calibração não superior a 12 meses. Nos intervalos de calibração, para alguns aparelhos, pode ser necessária a verificação, feita por meio de um padrão de referência, de acordo com as indicações do fabricante

8. Acreditação de Ensaios de QAI

Para se obter a acreditação em métodos de ensaios de Qualidade do Ar Interior os laboratórios têm que cumprir os requisitos explícitos na NP EN ISO/IEC 17025:2005. No processo de acreditação de laboratórios de ensaio de QAI, existe uma avaliação por parte do IPAC (Instituto Português de Acreditação), organismo competente para avaliar e reconhecer a competência técnica e avaliação da conformidade das diferentes atividades descritas no normativo. O reconhecimento por parte do IPAC implica o cumprimento dos requisitos na prestação do serviço laboratorial.

De acordo com (Almeida e Pires, 2006) as vantagens da acreditação são as seguintes:

Vantagens organizacionais: o sistema de gestão da qualidade é revisto com frequência contribuindo para a sustentabilidade do laboratório de QAI.

Vantagens técnicas: a acreditação exige que um laboratório de QAI aposte em pessoal técnico competente, instalações e equipamento adequado, utilização de métodos de ensaio validados e que os procedimentos sejam revistos sempre que necessário, contribuindo desta forma para uma melhor garantia da qualidade dos resultados;

Vantagens éticas: existe uma maior imparcialidade na obtenção dos resultados, assim como se assegura a garantia de confidencialidade dos resultados;

Vantagens de mercado: relaciona-se com a imagem de qualidade e de marca do laboratório de QAI que fica mais bem posicionado num mercado cada vez mais exigente.

Contudo a implementação da acreditação de um laboratório de QAI de acordo com a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005, envolve custos adicionais como contratação de pessoas qualificadas, auditorias, realização de ensaios interlaboratoriais e utilização de equipamentos devidamente calibrados em entidades acreditadas. Esta será, eventualmente, a única desvantagem que se pode apontar ao processo de Acreditação.

8.1 Processo de acreditação

O processo de acreditação é implementado em diferentes etapas: a primeira fase inicia-se com a formalização do pedido de acreditação por parte do laboratório de QAI, utilizando o Formulário Específico de Candidatura (DIC006), com o pagamento da candidatura e o envio de documentação.

A documentação necessária consta do seguinte:

- Meios de pagamento da candidatura (DRC004);
- Documento comprovativo da constituição legal do laboratório de QAI;
- Manual da Qualidade;
- Matriz com lista dos documentos do sistema de gestão e sua correlação com o referencial normativo;
- Procedimentos de Gestão da Qualidade
- Organigrama nominal e/ou organigrama da entidade legal onde o laboratório se insere;
- Lista de pessoal com indicação das funções desempenhadas e tipo de vínculos laborais;
- Currículo do Responsável da Qualidade e do (s) Responsável (eis) Técnico (s);
- Exemplos de relatórios de ensaio emitidos;
- Registos da última revisão pela gestão;
- Relatório de auditoria interna e respetivo plano de correções e ações corretivas;
- Procedimento (s) técnico (s) de ensaio;
- Resultados da validação dos métodos de ensaio;
- Procedimento e cálculos das estimativas de incertezas;
- Resultados de ensaios interlaboratoriais (ECI) e/ou auditorias de medição;
- Lista de padrões e equipamentos de medição, entidades calibradoras e frequência de calibração;
- Procedimentos de calibração interna, lista de padrões e/ou equipamentos e sua rastreabilidade, cálculos de incerteza e resultados de comparações interlaboratoriais.

Após a entrega da documentação, uma equipa avaliadora, nomeada pelo IPAC, analisa-a. De seguida é efetuada uma auditoria ao laboratório de QAI, por auditores especializados do IPAC, normalmente um auditor coordenador e um auditor técnico da área a auditar. Desta auditoria resulta um relatório (Relatório de Avaliação) onde são referidas as conclusões e constatações. Neste mesmo relatório são identificadas as Não Conformidades (NC) detetadas durante a auditoria e o laboratório de QAI tem o prazo de 1 mês para enviar o Plano de Ações Corretivas (PAC) assim como as evidências de acordo com os prazos definidos nas folhas de registo das NC.

A última fase corresponde à decisão por parte do IPAC, relativamente às evidências enviadas pelo laboratório de QAI e fecho das não conformidades. Se a decisão for favorável a entidade passa a estar acreditada nos métodos de ensaio em que solicitou a acreditação. De seguida o IPAC elabora um Certificado de Acreditação com um Anexo Técnico, referindo os ensaios para os quais o laboratório de QAI está acreditado. Após a obtenção da conformidade, o processo é posteriormente acompanhado através de auditorias periódicas realizadas pelo IPAC normalmente com uma periodicidade anual.

De acordo com Guia para aplicação da NP EN ISO/IEC 17025 - OGC001, 2010 existem diversos requisitos a serem cumpridos pelos laboratórios que requerem acreditação. Passa-se a descrever os requisitos em causa:

8.2 Requisitos de Gestão:

8.2.1 Organização

Quanto à exigência legal do laboratório de QAI, ou o laboratório tem personalidade jurídica própria ou o laboratório está integrado numa entidade com personalidade jurídica própria.

- O laboratório tem que cumprir todos os requisitos regulamentares relativos à sua área de atividade.
- O laboratório deve identificar as atividades, se existirem, que possam gerar conflito de interesses e os seus responsáveis.
- Deverá existir garantia da inexistência de pressões indevidas sobre o pessoal do laboratório.
- Considera-se, também, que deverão existir evidências de vínculo ao sigilo profissional abrangendo subcontratados, estagiários e pessoal administrativo com acesso aos Relatórios/Certificados.
- O laboratório de QAI deve ter um organigrama atualizado e aprovado com a sua organização interna. Deve ser nomeado um gestor da Qualidade com acesso direto à gestão de topo, podendo apenas ser substituído por uma pessoa com o mesmo nível de competências, ou seja uma qualificação adequada às funções a exercer.

- A comunicação no laboratório deve ser aberta, podendo ocorrer de várias formas, por exemplo, através telefone, email ou reuniões, para além de contactos diretos. Deverá ser privilegiado o espírito de equipa entre todos os colaboradores.

8.2.2 Sistema de gestão

Todos os documentos (procedimentos, normas, instruções, etc.) devem estar escritos numa linguagem clara e devem ser rastreados. O Manual de Qualidade é o documento primordial do sistema de gestão onde estão descritas todas as atividades do laboratório de QAI e deve ser elaborado para terceiros no que diz respeito à forma como o laboratório funciona e está organizado com vista ao cumprimento dos requisitos da norma NP EN ISO/IEC 17025, podendo ser consultada a norma ISO/TR 10013:2001 para a sua realização.

O manual da qualidade do laboratório de QAI é composto pelos seguintes capítulos:

- Índice
- Promulgação
- Introdução
- Política da Qualidade
- Objetivos
- Requisitos de Gestão
- Requisitos Técnicos
- Anexos

- Todos os laboratórios de QAI devem ter objetivos definidos anualmente e devem avaliar o seu grau de cumprimento. Estes objetivos têm, obrigatoriamente, que ser incluídos na política de qualidade devendo ser mensuráveis ou quantificáveis.

- Uma outra vantagem do laboratório de QAI corresponde à sua melhoria contínua devendo esta ser validada na revisão pela gestão. A revisão pela gestão corresponde a uma reunião da Gestão da Qualidade, gestão de topo e restantes colaboradores do laboratório, onde são discutidas todas as atividades do laboratório, o grau de cumprimento de objetivos, definição de novos objetivos (se necessário) entre outros aspetos.

Quanto á estrutura documental de suporte ao Sistema de Gestão do Laboratório de Ensaios, podemos referir o seguinte:

1º nível – Manual de Qualidade

2º nível - Procedimentos de Gestão ou de Qualidade

3º nível - Procedimentos de ensaio, de calibração, de manutenção, operacionais /funcionamento, etc.;

4º nível - registos, dos dados originais de ensaio, relatórios de ensaio, relatórios de auditorias internas, planos e certificados de calibração (ou formação), fichas de pessoal (ou de equipamentos), etc.

Os procedimentos devem conter a seguinte informação:

- Identificação clara e inequívoca do documento (em todas as páginas);
- Evidência da sua validação e atualização;
- Objetivo e âmbito de aplicação da atividade descrita no procedimento;
- Quem (responsáveis) faz O Quê (ação), Como (procedimento) e Quando (condições);
- Materiais, equipamentos e documentação aplicável;
- Modo de controlo e registo da atividade.

Todos os documentos do sistema de gestão têm que ser rastreados e a emissão de novos documentos tem que ser aprovada por pessoal autorizado não podendo circular para consulta versões obsoletas. Recomenda-se que o prazo de arquivo para documentos seja, pelo menos, até ao final do 3º ano civil após serem considerados obsoletos

Para além da estrutura documental do Sistema de Gestão existem outros requisitos normativos que se descrevem seguidamente:

8.2.3 Análise de consultas, propostas e contratos

Na análise de consultas, propostas e contratos, o laboratório de QAI tem que evidenciar que informou o cliente do método selecionado para a realização do ensaio solicitado. Para além disso o laboratório deve conservar as evidências de contactos com o cliente ou potencial cliente (por exemplo, reuniões, telefonemas, e-mails, faxes) no âmbito da análise do contrato.

8.2.4 Subcontratação de ensaios e calibrações

Um laboratório acreditado num determinado ensaio pode recorrer à subcontratação temporária do mesmo em laboratório acreditado, em caso de avarias de equipamentos, ausência de pessoal ou excesso de trabalho. No entanto a subcontratação de ensaios de QAI acreditados por um período superior a 6 meses é considerada subcontratação permanente. O laboratório é responsável pelas subcontratações que efetua perante o cliente nomeadamente pelo cumprimento de prazos, uso de métodos acordados ou cumprimento de outros requisitos no âmbito do contrato.

8.2.5 Aquisição de produtos e serviços

A aquisição de produtos e serviços compreende:

- 1- Consumíveis, padrões e equipamentos de medição e ensaio.
- 2- Subcontratações, calibrações, manutenções, formação, auditorias interna, comparações interlaboratoriais.

Todos os fornecedores tanto de produtos como de serviços devem ser avaliados e devem constar de uma lista designada de fornecedores aprovados e qualificados.

8.2.6 Reclamações

As reclamações devem ser consideradas como oportunidades de melhoria e podem ser verbais ou escritas. Todas as reclamações devem ser tratadas e o cliente deve ser informado do modo de tratamento. Todas as reclamações devem ser registadas assim como o seu tratamento.

8.2.7 Controlo de trabalho de ensaios não-conforme

Quando existe trabalho não-conforme devem ser definidas explicitamente as responsabilidades e as ações a desencadear. Considera-se também que a avaliação da importância do trabalho não-conforme tenha em consideração as suas causas e consequências. O cliente deve ser informado das causas do aparecimento do trabalho não-conforme e a sua ação corretiva. A eficácia da ação corretiva deve ser avaliada.

Pode-se considerar criar também uma ação preventiva no sentido de que não se realize novamente o trabalho não-conforme.

8.2.8 Melhoria

A melhoria contínua deve ser definida através de indicadores mensuráveis e metas a atingir que permitam a monitorização sistemática e evolução do seu cumprimento.

8.2.9 Auditorias internas

As auditorias internas têm como finalidade detetar e corrigir deficiências, assim como melhorar continuamente o sistema de Gestão. Como requisito mínimo para a qualificação de auditores recomenda-se que sejam definidos dois anos de experiência profissional na área técnica a auditar. O laboratório deve também evidenciar que todos os requisitos da NP EN ISO/IEC 17025, e que todas as áreas técnicas acreditadas são auditadas num ciclo de auditoria interna.

8.3 Requisitos técnicos

8.3.1 Pessoal

Todo o pessoal do laboratório de QAI deve ter uma descrição de funções onde são referidas as suas qualificações, as suas funções e responsabilidades. O Responsável Técnico (RT) deve ter experiência profissional suficiente na área técnica para o desempenho da função. O Gestor da Qualidade (GQ) deve ter experiência profissional suficiente em sistemas de gestão e conhecimentos da norma NP EN ISO/IEC 17025:2005.

A demonstração de competência deve ser feita anualmente e pode ser feita através da realização periódica de testes de desempenho, comparações com pessoal mais experiente e qualificado ou participação em comparações interlaboratoriais.

A formação pode ser efetuada recorrendo a entidades externas ou internas. Recomenda-se a consulta da norma NP ISO 10015:2002, na definição de necessidades de formação, conceção, planeamento, realização e avaliação da formação.

8.3.2 Instalações e condições ambientais

O laboratório pode realizar os ensaios em instalações permanentes (usadas por períodos de tempo superiores a três anos), ou em instalações temporárias (instalações utilizadas por um período de tempo inferior a três anos);

8.3.3 Métodos de ensaio, calibração e validação

É importante que o laboratório de QAI evidencie experiência prática na realização de ensaios segundo os métodos que venha a acreditar ou para os quais já está acreditado, a fim de permitir avaliar e comprovar competência na sua realização e familiarização com os mesmos. Os métodos a utilizar devem ser sempre que possível definidos em normas internacionais, regionais ou nacionais. Todos os métodos e procedimentos devem incluir a amostragem, manuseamento, transporte, armazenamento e preparação dos itens a ensaiar.

O laboratório pode, também, em simultâneo, ser acreditado para fazer ensaios/calibrações correspondentes a operações de controlo metrológico (Metrologia Legal) as quais carecem de habilitação específica fornecida pelo Instituto Português da Qualidade para ter valor legal. No caso de calibrações, deve ser definida a Melhor Incerteza, de acordo com o conceito estabelecido no documento EA-4/02. A Melhor Incerteza diz respeito ao menor valor de incerteza que o laboratório de QAI é autorizado a reportar no âmbito de calibrações acreditadas, sendo um parâmetro contratual estabelecido entre o laboratório e o IPAC devendo ser apresentada de acordo com o documento OIC003. A terminologia a usar pelos laboratórios deve ser coerente com o VIM (Vocabulário Internacional de Metrologia).

8.3.4 Validação de métodos

A validação dos métodos resume-se à verificação do cumprimento dos requisitos específicos relativos a um determinado método de ensaio através da realização de exames e técnicas disponíveis. São vários os estudos que o laboratório de QAI pode efetuar no sentido de comprovar a adequada eficácia do método utilizado. Segundo o Guia para a aplicação da norma IPAC, 2010, os estudos poderão ser realizados por evidência das suas características (avaliação indireta) e por comparação com referências aceites (avaliação direta).

O facto de se realizar um ensaio de acordo com um método normalizado não dispensa a evidência de registos que demonstrem a sua implementação em cumprimento com as características de desempenho do mesmo.

A validação de métodos deve ser exigente, exaustiva e adaptada a cada caso referido seguidamente:

1 – Método normalizado;

2 - Uma modificação pequena da técnica, equipamento ou produto a ensaiar em função de um normativo;

3 - Uma modificação relevante da técnica, equipamento ou produto a ensaiar em função de um normativo;

4 - Método baseado em técnicas de ensaio descrita em literatura científica, não existindo norma de ensaio.

5 - Método baseado em técnicas de ensaio em que a sua aplicação não venha descrita na literatura científica;

6 - Método baseado em técnicas de ensaio, inovadoras, não descritas na literatura científica.

Na realização de uma validação de um método de ensaio de QAI é necessário realizar vários estudos.

Para a avaliação indireta, por evidência das suas características:

- Estudo da representatividade do método, ou seja, verificar se as características determinadas correspondem ao objetivo do ensaio.
- Estudo dos princípios teóricos do método de forma a dar a conhecer a base científica do método;
- Estudos de interferências e também de fontes de erro, para verificar a sua aplicabilidade e dominar a sua execução;
- Estudos de otimização das condições operatórias e/ou robustez do método para permitir harmonização da sua execução;

- Estudo dos parâmetros do método (campo de aplicação, exatidão, repetibilidade, precisão intermédia, reprodutibilidade, limites de deteção e quantificação, incerteza, etc.), de forma a conseguir resultados com qualidade.

De acordo com o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) a repetibilidade é definida como uma “*condição de medição num conjunto de condições, as quais incluem o mesmo procedimento de medição, os mesmos operadores, o mesmo sistema de medição, as mesmas condições de operação e o mesmo local, assim como medições repetidas no mesmo objeto ou em objetos similares durante um curto período de tempo*” (IPQ e Inmetro, 2012). No caso do estudo da reprodutibilidade as condições de medição incluem diferentes locais, operadores e sistemas de medição e medições repetidas no mesmo objeto ou em objetos similares (IPQ e Inmetro, 2012).

Para a avaliação direta, por comparação com referências aceites:

- Comparação com métodos normalizados ou de referência;
- Comparação com padrões ou materiais de referência certificados;
- Comparações interlaboratoriais.

8.3.5 Estimativa da incerteza de medição

Aos resultados finais das medições estão muitas vezes associadas incertezas provenientes de várias fontes. As condições ambientais, incertezas dos próprios equipamentos, incertezas associadas aos valores de referência, ao método e procedimento de medição, entre outros fatores, devendo o laboratório de QAI identificar todas as fontes de incerteza associadas a cada ensaio.

O cálculo de incertezas em calibrações deve estar em conformidade com o documento EA-4/02. O cálculo ou a estimativa de incertezas em ensaios estão definidos no documento EA-4/16. Quando o laboratório recorre a *software* comercial ou desenvolvido internamente, este deve ser validado. A validação do *software* pode ser efetuada através da descrição das fórmulas e algoritmos usados e uma comparação representativa das respostas dadas pelo computador/sistema automatizado com as expectáveis face à introdução de um conjunto conhecido de dados.

8.3.6 Equipamento

Um equipamento é considerado fora do controlo do laboratório quando for cedido a pessoas externas ao laboratório ou quando for usado um equipamento externo, em situações de exceção (avaria ou acidente).

Quando o equipamento está fora de controlo devem existir alguns procedimentos a observar:

- condições de cedência e utilização do equipamento;
- condições de acesso às instalações onde se encontra o equipamento;
- registo de uso do equipamento nessas condições.

8.3.7 Rastreabilidade das medições

Alguns equipamentos são, obrigatoriamente, sujeitos a calibração. Estes equipamentos são todos aqueles que sejam suscetíveis de influenciar significativamente os resultados dos ensaios a apresentar e todos aqueles cuja calibração seja requerida nomeadamente em normativos ou especificações de ensaio.

Esta calibração é relevante uma vez que é um meio para se conhecerem as características metrológicas e/ou funcionais dos equipamentos. Após a avaliação metrológica, os equipamentos devem ser etiquetados e codificados, ficando registada a data da última e da próxima calibração.

Os critérios de aceitação/rejeição dos equipamentos, nomeadamente os valores máximos ou mínimos aceitáveis (VMA), face aos fins e usos a que se destinam são também uma forma de garantir a rastreabilidade das medições. Quando não existem especificações de conformidade relativas ao critério de aceitação/rejeição, pode ser utilizada a seguinte especificação da NP EN ISO/IEC 17025:2005:

- A soma do módulo do erro com o módulo da incerteza associada será inferior ou igual ao valor máximo aceitável (VMA) para o equipamento (i.e., $|\text{erro}| + |\text{incerteza}| \leq \text{VMA}$).

Os equipamentos podem também ser ajustados estando o laboratório obrigado a manter registos das deficiências ou desvios antes de ajuste permitindo desta maneira avaliar a magnitude de eventuais repercussões sobre os ensaios anteriores ao ajuste.

O laboratório deve efetuar também verificações intermédias das características metrológicas e funcionais dos equipamentos entre ensaios de modo a controlar a sua deriva e aptidão ao uso, de forma a prevenir o aparecimento de avarias ou falhas. A periodicidade deste controlo (diário, semanal, etc.) é recomendável e será estabelecida em função dos seguintes fatores:

- Análise de tendências obtidas através da análise de calibrações anteriores;
- Indicações do fabricante;
- Dados sobre o comportamento do equipamento, através de manutenção, comparações interlaboratoriais ou outras;
- Frequência, tipo e condições de uso do equipamento;
- Condições ambientais, tais como temperatura, humidade relativa e vibração a que o equipamento esteve sujeito;
- Grau de exatidão pretendido.

Quando um equipamento é colocado fora de serviço, por motivos de desvio ou deficiência, o laboratório deve estimar a data provável da ocorrência do desvio ou deficiência, com base nos dados das últimas calibrações ou verificações efetuadas.

A manutenção dos equipamentos pode ser efetuada pelo laboratório ou por entidades externas competentes mas deve, em qualquer dos casos, obedecer aos seguintes parâmetros:

- registo do histórico das manutenções;
- manuseamento de um equipamento quando esteve sujeito a situações que possam suscitar dúvidas sobre a sua integridade;
- determinação dos efeitos em calibrações ou ensaios anteriores;
- identificação do seu estado operacional, mesmo quando fora de serviço;
- local onde se encontra o equipamento enquanto estiver em manutenção ou fora de serviço.

Considera-se apropriada a existência de um plano de manutenção preventiva.

A identificação dos equipamentos a referência ao nº série do equipamento, ao nº de inventário ou ao código atribuído internamente pelo laboratório.

Os registos relativos a cada item do equipamento, bem como do *software*, podem estar organizados em suporte papel ou informático.

A identificação do estado de calibração pode ser feita de diversas maneiras, como por exemplo através de etiquetas colocadas em pontos visíveis dos equipamentos ou pela separação e/ou armazenamento dos equipamentos em locais específicos devidamente identificados.

Todas as restrições de utilização (nomeadamente gamas ou intervalos de medição) devem estar claramente assinaladas nos equipamentos.

Para além do que foi referido anteriormente deve também existir um plano de calibração atualizado dos equipamentos onde seja referida a identificação do equipamento a calibrar, a entidade responsável pela calibração, a periodicidade e a data prevista de calibração.

As calibrações podem ser efetuadas externamente ao laboratório, em “entidades competentes”, ou seja, em laboratórios que estejam acreditados para os ensaios ou calibrações em causa. Também podem ser efetuadas internamente no laboratório desde que eles estejam devidamente acreditados para efetuar calibrações.

8.3.8 Materiais de referência

Os materiais de referência são fundamentais para a avaliação da qualidade dos resultados obtidos e são usados na validação de métodos, calibração, estimativa de incertezas de medição, formação de colaboradores e controlo da qualidade.

Consideram-se como fornecedores de MRC (Materiais de Referência Certificados) competentes aqueles que estejam acreditados por um organismo de acreditação reconhecido.

Para a seleção e utilização de materiais de referência recomenda-se a consulta do documento EA-4/14.

8.3.9 Amostragem

A amostragem refere-se à recolha da amostra de forma representativa

Considera-se apropriado registar os métodos estatísticos sempre que estes sejam usados na amostragem. De acordo com o Guia OGC001 (IPAC, 2010) a amostragem engloba várias atividades como a de conceção do plano de amostragem, recolha de amostras e o seu transporte para o laboratório. Devem existir procedimentos escritos onde se encontra definido o plano de amostragem e a recolha de amostras. Quando se procede a uma amostragem de um determinado ensaio, deve ser registado o procedimento de amostragem utilizado, a pessoa responsável pela sua execução, as condições ambientais e identificação do local.

8.3.10 Manuseamento dos Itens a ensaiar ou calibrar

O termo itens pode ter várias designações tais como: produtos, amostras, materiais a ensaiar ou equipamentos a calibrar. Os itens devem ser devidamente identificados através de etiquetas, marcação, código do equipamento ou referência do cliente. Todos os itens devem ser devidamente registados

8.3.11 Qualidade dos resultados dos ensaios e calibrações

A metodologia de Controlo de Qualidade utilizada deve estar descrita no Manual de Qualidade. De forma a garantir a qualidade dos resultados, ou das calibrações, o laboratório deve participar em ensaios de aptidão e outros exercícios de comparação interlaboratorial definidos no documento DRC005. Os critérios de avaliação dos ensaios de aptidão ou comparação interlaboratorial encontram-se descritos na norma ISO/IEC 17043:2010.

8.3.12 Apresentação dos resultados

As condições gerais para a reprodução e uso dos Símbolos de Acreditação estão indicadas no documento DRC002 referido no *site* do Instituto Português de Acreditação.

Os resultados obtidos nos ensaios são apresentados num relatório de ensaio, devendo abranger a seguinte informação:

- Um título (“ relatório de ensaio”);
- O nome e a morada do laboratório, assim como o local onde foram realizados os ensaios;
- A identificação do relatório de ensaio, e paginação do mesmo.
- O nome e morada do cliente;
- A descrição, estado e identificação inequívoca dos itens ensaiados;
- Os resultados de ensaio e as unidades de medição respetivas;
- Os nomes, funções e assinaturas das pessoas que autorizam o relatório de ensaio;
- A apresentação dos resultados quantitativos de ensaios químicos de forma clara, exata e inequívoca, devendo ser assinalado “não-detetado” ou "não-quantificado", se for o caso, assim como o valor do limite de deteção ou de quantificação obtido no ensaio;
- O número de algarismos significativos usado no resultado deve ser coerente com o documento normativo e a incerteza estimada para o resultado deve estar referenciada, conforme EA-4/02 para calibrações e EA-4/16 para ensaios;
- As amostragens não-acreditadas, se existirem;
- As opiniões e pareceres embora, fora do âmbito da acreditação;
- As amostragens subcontratadas e se o subcontratado está acreditado;
- Declarar “resultados referem-se apenas aos itens ensaiados” ou equivalente como “amostragem da responsabilidade do cliente”;
- Assinalar todos os desvios aos métodos efetuados;
- Assinalar determinações ou amostragens que não estão no âmbito da acreditação;
- O relatório deve conter todas as atividades de amostragem e determinação;
- Relatórios de ensaio e certificados de calibração;
- Os métodos de ensaio devidamente identificados e a sua versão conforme anexo técnico de acreditação;
- O período de início e de fim dos ensaios;

- Todos os padrões de referência utilizados na medição bem como o nome (s) do (s) organismo(s) que efetuou (aram) a sua calibração. Os resultados da calibração, antes e após ajuste, devem estar disponíveis quando for o laboratório a realizar o ajuste. O ajuste só deve ser feito após acordo com o cliente.

8.3.13 Opiniões e interpretações

"O parecer ou opinião expressos nos Relatórios Técnicos ou certificados não estão incluídos no âmbito da acreditação".

8.3.14 Segurança

Recomenda-se que o laboratório tenha disposições e meios de segurança compatíveis com a perigosidade dos ensaios que efetua ou produtos que manuseia.

Recomenda-se que seja nomeado um responsável pela segurança do laboratório.

8.3.15 Cooperação Externa

É internacionalmente reconhecido que a troca de experiências é muito benéfica em termos de melhoria da qualidade do trabalho desenvolvido.

9. Acreditação de Ensaios de QAI referidos na Portaria 353-A/2013

Para além dos requisitos gerais de acreditação descritos anteriormente, referentes a um laboratório de QAI, serão descritos, de seguida, os critérios de acreditação para os ensaios de QAI referidos na Portaria 353-A/2013 de 4 de Dezembro. Será também efetuada a comparação das exigências mais relevantes da acreditação com as metodologias seguidas na Portaria 353-A/2013 de 4 de Dezembro e as Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0). Esta comparação pretende apenas dar um contributo no desenvolvimento de melhores práticas baseadas na acreditação dos ensaios para as auditorias de QAI referidas nos documentos anteriormente assinalados. É sabido que as práticas de acreditação implicam um investimento económico por vezes significativo, mas todos os investimentos na salvaguarda do ambiente interior devem ser valorizados, pois caso isso não aconteça, as consequências para os utentes dos edifícios são, e continuarão a ser, muito nefastas, com implicações financeiras elevadas e deterioração ambiental. É necessário ter-se consciência de que o ambiente tem que ser protegido para as gerações futuras, onde a qualidade de vida seja uma realidade e a qualidade do ar interior é uma componente intrínseca a este paradigma.

9.1 Determinação da TA, HR, VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão no âmbito da Acreditação

9.1.1 Amostragem

A amostragem para a realização da determinação de temperatura ambiente, humidade relativa e velocidade do ar, partículas PM10, PM 2,5 e radão de um determinado local tem que ser representativa. A amostragem da temperatura ambiente deve ser efetuada em locais onde existem maiores oscilações de temperatura, junto de difusores ou onde exista uma maior área. Para a avaliação da humidade relativa são todos os locais onde existem maiores oscilações de humidade, maior ocupação e junto a difusores que importa averiguar. Quanto à velocidade do ar todos os locais onde existam maiores oscilações da velocidade do ar, e particularmente em zonas com ar estagnado, zonas com maior ocupação e junto a difusores. Relativamente às partículas PM 10 e PM 2,5 importa verificar os locais onde existam alcatifas, zonas de tráfego, maior ocupação e existência de sistemas AVAC. Finalmente, para a avaliação da presença de radão, a sua

amostragem deve ser efetuada em locais associados a terrenos graníticos do Norte do País (distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco). O radão deve ser avaliado através de medições integradas de pelo menos 2 meses.

As áreas de medição no edifício devem obedecer aos seguintes critérios:

- Agrupar os espaços na mesma área em função da mesma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) ou Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN).
- Os locais sujeitos a amostragem devem ser escolhidos com níveis de atividade idênticos, fontes de emissão de poluentes e cargas térmicas.
- Deve ser efetuada a compartimentação e organização dos espaços semelhantes;
- Devem ser sempre selecionados, desde que existam, locais sujeitos a reclamações/queixas, assim como locais com ventilação natural.

As amostragens devem ser efetuadas nas horas do dia mais representativas e cerca de 1,5 horas após o início das atividades do edifício.

Na realização das amostragens interiores devem ser cumpridos os seguintes pressupostos: deve-se estar afastado pelo menos 1 a 2 m dos cantos das paredes, das janelas, de divisórias e de outras superfícies verticais; estar distanciado pelo menos 1 m das fontes poluentes; a amostragem dos parâmetros em causa deve ser efetuada a uma altura de $1,5 \pm 0,5$ m acima do nível do solo.

Quanto aos pontos de amostragem no exterior, deve-se ter em atenção os seguintes aspetos: escolher um local próximo da entrada de ar exterior UTA/UTAN que servem os locais de medição; a medição deve ser efetuada a uma distância de pelo menos 1 m da entrada de ar e de 1,8 m acima do nível do solo ou do telhado.

Nº de locais de amostragem em edifícios com ventilação natural

A amostragem deve ser aleatória e o número mínimo de pontos de amostragem deve obedecer á seguinte fórmula:

$$N_i = 0,15\sqrt{A_i}$$

onde:

N_i - nº de pontos de medida na zona i ($N_i \geq 1$);

A_i - área da zona i em m^2

No caso de haver queixas ou reclamações deve ser efetuado um ponto adicional, para além dos estipulados na legislação. Esse ponto deve ser representativo do local.

No caso do radão os pontos de medição devem incluir três pisos ocupados (de menor cota) de acordo com a expressão seguinte:

$$N_j = \frac{0,125x\sqrt{a_j}}{j^2}$$

onde:

N_j - número mínimo de pontos de medição no piso de índice j

A_j - área do piso j (m^2)

j - índice de numeração do piso, desde o piso ocupado de menor cota ($j = 1$) até o máximo de $j = 3$.

No entanto, se o piso habitado que tenha menor cota for idêntico ao piso térreo, e se não existirem valores de concentrações acima dos limiares de proteção estabelecidos para o radão, não será necessário efetuar a medição de radão nos dois pisos seguintes.

No caso em que o número de pisos habitados seja superior a 3, deve garantir-se o mínimo de um ponto de medição em cada um deles.

As medições instantâneas para os parâmetros físicos e químicos (com exceção do radão) devem ser efetuadas durante 10 minutos para cada ponto de amostragem. As medições em contínuo devem ser efetuadas por um período mínimo de 8 horas e durante a ocupação do edifício em causa.

As amostragens para cada local deverão incluir uma incerteza associada que é dada por efeitos instrumentais (como a calibração do sensor resolução e a precisão do equipamento) e pelo operador (como o arredondamento nos cálculos e a leitura dos dados do equipamento, entre outras fontes).

Deverão ser definidos critérios de conformidade, conforme referidos na Metodologia de Avaliação de Qualidade do Ar Interior 1.0-1.

9.1.2 Requisitos documentais

A existência de um procedimento escrito sobre como se fazem as determinações necessárias e também as instruções como operar os equipamentos de medição, são documentos essenciais para que todas as medições sejam efetuadas de forma correta por todos os operadores. Deverá existir também uma folha de registo de resultados com a indicação do local sujeito a avaliação, a data de amostragem, o início e o fim de cada amostragem e o nome do técnico que realizou a amostragem.

No relatório técnico deverão constar os seguintes dados relativamente à determinação efetuada para cada parâmetro: introdução sobre o tema, identificação do equipamento de medição, data de calibração e qual a entidade competente que o calibrou, método de referência, valores limite para o parâmetro em causa, resultado obtido (valor mínimo, máximo e médio), incertezas associadas, limite de deteção e quantificação, e verificação da sua conformidade com os valores de referência nacionais.

9.1.3 Calibração do equipamento

O equipamento deve ter a precisão pretendida para cada estudo e gamas de trabalho adequadas em função de cada parâmetro a avaliar. A calibração do equipamento deve ser efetuada por entidade competente, tendo-se em conta as incertezas associadas ao equipamento, e os critérios de aceitação do mesmo definidos e aprovados.

9.1.4 Formação

O técnico que faz a determinação deve estar habilitado para a determinação em causa e deve ter formação constante e estar incluído na participação em ensaios de comparação interlaboratorial e ensaios de aptidão.

9.1.5 Procedimento de validação

Um método de ensaio é um processo que envolve manipulações suscetíveis de acumularem erros (sistemáticos e/ou aleatórios), podendo assim, em algumas situações, alterar de forma significativa o valor do resultado final.

Assim sendo, é necessário que os laboratórios demonstrem através da validação, que os métodos de ensaio que executam conduzem a resultados credíveis e adequados à qualidade pretendida. Numa primeira fase, uma das metodologias de validação do método poderá incluir a monitorização de um parâmetro de QAI, durante três dias consecutivos, à mesma hora, no mesmo local, nas mesmas condições com dois equipamentos idênticos, tendo sido ambos devidamente calibrados por entidade competente. Para isso são necessários dois técnicos devidamente treinados para o efeito e com a formação suficiente para a utilização do equipamento em causa. A segunda fase da monitorização consiste na realização de ensaios de campo, em dois dias consecutivos com dois operadores diferentes. A validação de métodos inclui o estudo e conhecimento dos seguintes parâmetros entre outros fatores: Gama de Trabalho; Limite de Detecção; Limite de Quantificação; Media Quadrática Total; Media Quadrática Entre Dias; Media Quadrática Entre Repetições; Desvio Padrão no Mesmo Dia; Desvio Padrão Total; Desvio Padrão em Diferentes Dias; Desvio Padrão da Reprodutibilidade; F Calculado; Repetibilidade; Reprodutibilidade; Precisão; Exatidão.

9.2 Avaliação de TA, HR e VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão recomendada pela Portaria 353-A/2013

9.2.1 Amostragem

Não há a exigência do período de 10 minutos (com a exceção do radão) para que uma amostragem instantânea seja representativa.

9.2.2 Requisitos documentais

Quanto aos documentos existentes para se realizar a determinação como procedimento e instruções do equipamento de medição nada é referido na Portaria 353-A/2103, de 4 de Dezembro, e Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0), apenas a existência de um relatório técnico.

9.2.3 Calibração do equipamento

O equipamento utilizado nas determinações em causa não tem que ser calibrado por entidade competente, sendo consideradas as incertezas associadas a uma calibração efetuada por entidade não competente, tendo como consequência um menor rigor na determinação das incertezas associadas ao equipamento de medição e do resultado final da monitorização.

9.2.4 Formação

O técnico de QAI que realiza as monitorizações não tem que verificar periodicamente o seu desempenho em ensaios de comparação interlaboratorial e participar em ensaios de aptidão, apenas os laboratórios que efetuam as pesquisas microbiológicas (bactérias, fungos e Legionella) é que têm que participar em ensaios de comparação interlaboratorial.

9.2.5 Procedimento de validação

Os métodos utilizados na determinação dos parâmetros de QAI são baseados em métodos de referência CEN e ISO, mas não são validados, relativamente às condições de ensaio. Não são também referidos os limites de deteção e quantificação obtidos nos ensaios.

9.2.6 Conclusão

Pelo que ficou referido verifica-se que a incerteza associada ao resultado final da medição da temperatura ambiente, humidade relativa e velocidade do ar, partículas PM 10, PM 2,5 e radão, de acordo com Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0) é substancialmente mais elevada em comparação com as exigências de um laboratório acreditado, afetando o resultado final das monitorizações, para além de outras lacunas já mencionadas. A tabela 9.2.7 reflete as diferenças entre as exigências referidas na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e as exigências no âmbito da Acreditação.

Tabela 9.2.7 Diferenças entre e ensaios de TA, HR e VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação

<i>Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro</i>	<i>Acreditação de TA, HR e VA, Partículas PM 10, PM 2,5 e Radão</i>
Sem exigência de tempo mínimo para amostragem instantânea representativa	Exigência de tempo mínimo para amostragem instantânea representativa
Sem exigência de procedimento e instrução dos equipamentos de medição.	Existência de procedimento e instrução dos equipamentos de medição
Na realização de ensaios físicos e químicos não é necessário a participação em ensaios de aptidão do técnico e de comparação interlaboratorial.	Participação obrigatória em ensaios de aptidão do técnico e de comparação interlaboratorial.
Calibração em entidade não competente com valores de incertezas substancialmente mais elevadas	Calibração do equipamento em entidade competente e as incertezas associadas à calibração do equipamento contempladas
Não é exigida formação do técnico	Exige formação do técnico
Utilização de métodos de ensaio não validados	Utilização de métodos de ensaio validados

9.3 Determinação de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV`s

no âmbito da Acreditação

9.3.1 Amostragem acreditada

A amostragem para a realização da determinação de dióxido de carbono, monóxido de carbono, ozono, formaldeído e compostos orgânicos voláteis totais, de um local deve ser representativa. Relativamente ao dióxido de carbono a amostragem deve ser efetuada em locais onde existe menor renovação de ar e maior ocupação. Quanto ao monóxido de carbono são todos os locais próximos de zonas de tráfego automóvel, ou onde existam processos de combustão ou presença de fumadores que devem ser amostrados. Considerando a amostragem de ozono há que ter em atenção os locais onde exista grande concentração de material informático. Na amostragem de

formaldeído deve-se ter atenção a escolha de locais onde existam vernizes, e colas. Por último, os compostos orgânicos voláteis totais devem ser amostrados em locais onde existam tintas, ambientadores, revestimentos dos edifícios, agentes de limpeza, fotocopiadoras com processo líquido e as fontes de combustão (Matos *et al*, 2010).

As áreas de medição no edifício devem obedecer aos mesmos critérios definidos no ponto 9.1.1 que são:

- Agrupar os espaços na mesma área em função da mesma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) ou Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN).
- Os locais sujeitos a amostragem devem ser escolhidos onde existam níveis de atividade idênticos, fontes de emissão de poluentes e cargas térmicas.
- Deve ser efetuada a compartimentação e organização dos espaços semelhantes;
- Devem ser sempre selecionados os locais onde existam reclamações/queixas, assim como os locais com ventilação natural.

As amostragens devem ser efetuadas nas horas do dia mais representativas e cerca de 1,5 horas após o início das atividades do edifício.

Na realização das amostragens devem ser cumpridos os seguintes pressupostos:

Deve-se estar afastado de pelo menos 1 a 2 m dos cantos das paredes, das janelas, divisórias e de outras superfícies verticais. Estar distanciado pelo menos 1 m das fontes poluentes. A amostragem dos parâmetros em causa deve ser efetuada a uma altura de $1,5 \pm 0,5$ m acima do nível do solo. Quanto aos pontos de amostragem no exterior, deve-se ter em atenção os seguintes aspetos: escolher um local próximo da entrada de ar exterior UTA/UTAN que servem os locais de medição. A medição deve ser efetuada a uma distância de pelo menos 1 m da entrada de ar e de 1,8 m acima do nível do solo ou do telhado.

Nº de locais de amostragem em edifícios com ventilação natural

A amostragem deve ser aleatória e o número mínimo de pontos de amostragem devem obedecer à mesma fórmula apresentada em 9.1.1.

Tal como anteriormente (9.1.1) e no caso de haver queixas ou reclamações deve ser efetuado um ponto de amostragem adicional com as mesmas características já mencionadas.

Tal como em 9.1.1, as medições instantâneas devem ser efetuadas durante 10 minutos para cada ponto de amostragem. As medições em contínuo devem ser efetuadas por um período mínimo de 8 horas e durante a ocupação do edifício em causa.

As amostragens para cada local deverão também incluir uma incerteza associada que é dada por efeitos instrumentais (como a calibração do sensor resolução e a precisão do equipamento) e pelo operador (como o arredondamento nos cálculos e a leitura dos dados do equipamento entre outras fontes).

Deverão ser definidos critérios de conformidade conforme referidos na Metodologia de Avaliação de Qualidade do Ar Interior 1.0-1.

9.3.2 Requisitos documentais

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.1.2.

9.3.3 Calibração do equipamento

Também neste aspeto os requisitos são os mesmos mencionados no ponto 9.1.3. No entanto os equipamentos de medição devem ser também verificados antes de cada ensaio de campo com a ajuda de gases rastreados, calibrados por entidades competentes e a incerteza da verificação contabilizada.

9.3.4 Formação

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.1.4.

9.3.5 Procedimento de validação

Como mencionado anteriormente um método de ensaio é um processo que envolve manipulações suscetíveis de acumularem erros (sistemáticos e/ou aleatórios), podendo assim, em algumas situações, alterar de forma significativa o valor do resultado final.

Assim, é necessário que os laboratórios demonstrem através da validação, que os métodos de ensaio que executam conduzem a resultados credíveis e adequados à

qualidade pretendida. A primeira fase da validação dos métodos em causa consiste em efetuar cinco concentrações de gás padrão em azoto utilizando um fluxo apropriado para cada equipamento conforme indicação do fornecedor. Devem ser utilizadas cinco gamas para cada parâmetro estando elas incluídas nas gamas de medição para cada equipamento. Estas gamas terão que ser avaliadas 15 vezes para cada concentração e repetidas por dois operadores diferentes para cada dia de amostragem.

A segunda fase da validação consiste na realização de ensaios de campo, em dois dias consecutivos com dois operadores diferentes. Para isso são necessários dois técnicos devidamente treinados para o efeito e com a formação suficiente para utilização do equipamento em causa. A validação de métodos inclui o estudo e conhecimento dos mesmos parâmetros assinalados em 9.1.5.

Para além do estudo estatístico do método referido anteriormente devem ser também definidos critérios de aceitação do método de validação. De seguida apresentam-se alguns critérios que podem ser estabelecidos. No caso do método em análise cumprir todos os critérios aqui assinalados, então considera-se validado.

9.3.6 Critérios de Aceitação do Método de Validação

Estão definidos os critérios de aceitação do método de validação apenas exemplificativos para os diferentes itens analisados.

Esses critérios exemplificativos são:

- Gama de Trabalho.
- Limite de Quantificação – o coeficiente de variação para as gamas de trabalho não deve exceder 10% (ISO 9169:2006).
- Limite de Detecção – a concentração do gás teste não deve variar mais de 25% do critério do limite de deteção estabelecido (ISO 9169:2006).
- Valor de Bias $\leq 1\%$
- Erro Total $\leq 12\%$
- Media Quadrática Total (MQT) $\leq 2,5\%$ da gama considerada.
- Media Quadrática entre Dias (MQD) $\leq 3,0\%$ de diferença entre os dias de ensaio.

- Média Quadrática entre Repetições (MQE) $\leq 2,5$ % de diferença entre as repetições efetuadas.
- Desvio Padrão no Mesmo Dia (SE) $\leq 2,5$ % da gama considerada.
- Desvio Padrão Total (ST) $\leq 2,5$ %
- Desvio Padrão em Diferentes Dias (SD) $\leq 2,5$ % de diferença entre os dias de ensaio.
- Desvio Padrão da Reprodutibilidade $\leq 2,5$ %
- Repetibilidade \leq a concentração das leituras para cada gama de trabalho não deve variar em mais de 25% do critério especificado (ISO 9169;2006).
- Reprodutibilidade $\leq 5,0$ %
- Precisão – valor do coeficiente de variação para todas as gamas, inferior a $\leq 2,5\%$
- Exatidão – valor do erro para todas as gamas $\leq 2,5$ %
- Linearidade – o valor do coeficiente de correlação da reta de calibração deve ser $\geq 0,995$
- F calculado – o valor de F calculado deve ser inferior a F tabelado para 95% de confiança e (n-1) graus de liberdade, caso contrário, os valores da variância não são uniformes e a matriz tem um efeito importante sobre a precisão do método nas gamas de concentração em estudo.
- Avaliação de Desempenho – se $IZI \leq 2$ = Resultado Satisfatório; $2 < IZI \leq 3$ = Resultado Questionável; $IZI > 3$ = resultado insatisfatório.
- Teste de Hipótese t = Se $|t| \leq T_{tab}$ não ficou estatisticamente evidenciado a existência de erros sistemáticos e logo o ensaio é satisfatório. Se $|t| > T_{tab}$ ficou estatisticamente evidenciado a existência de erros sistemáticos e logo o ensaio não é satisfatório.

9.4 Avaliação de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV's,
recomendada pela Portaria 353-A/2013

9.4.1 Amostragem

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.2.1.

9.4.2 Requisitos documentais

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.2.2.

9.4.3 Calibração e verificação dos equipamentos

Para além da informação referida no ponto 9.2.3 constata-se que a verificação dos equipamentos antes da avaliação não é efetuada com gases rastreados em entidade competente e a sua incerteza contabilizada.

9.4.4 Formação

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.2.4.

9.4.5 Procedimento de validação

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.2.5.

9.4.6 Conclusão

Pelo que ficou referido verifica-se que a incerteza associada ao resultado final da medição de dióxido de carbono, monóxido de carbono, ozono, formaldeído e compostos orgânicos voláteis totais, de acordo com Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0) é substancialmente mais elevada em comparação com um laboratório acreditado afetando o resultado final das monitorizações, para além de outras lacunas já mencionadas. A tabela 9.4.7 reflete essas diferenças entre ensaios de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV`s, de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação.

Tabela 9.4.7 Diferenças entre e ensaios de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV's, de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação

<i>Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro</i>	<i>Acreditação de CO₂, CO, O₃, CH₂O e COV's</i>
Sem exigência de tempo mínimo para amostragem instantânea representativa	Exigência de tempo mínimo para amostragem instantânea representativa
Sem exigência de procedimento e instrução dos equipamentos de medição.	Existência de procedimento e instrução dos equipamentos de medição
Na realização de ensaios físicos e químicos não é necessário a participação em ensaios de aptidão do técnico e de comparação interlaboratorial.	Participação obrigatória em ensaios de aptidão do técnico e de comparação interlaboratorial.
Calibração em entidade não competente com o conseqüente aumento das incertezas associadas ao equipamento. A verificação dos equipamentos não é efetuada com gases rastreados em entidade competente e a incerteza associada não é contabilizada.	Calibração do equipamento em entidade competente e as incertezas associadas à calibração do equipamento contempladas. A verificação dos equipamentos é efetuada com gases rastreados em entidade competente e a incerteza associada é contabilizada.
Não é exigida formação do técnico	Exige formação do técnico
Utilização de métodos de ensaio não validados	Utilização de métodos de ensaio validados

9.5 Determinação de Bactérias e Fungos

no âmbito da acreditação

9.5.1 Amostragem

A amostragem para a realização da determinação de bactérias e fungos num determinado local deve ser representativa (locais onde exista grande ocupação, oscilações de temperatura e humidade, locais com deficiente manutenção do sistema AVAC entre outros). As áreas de medição no edifício devem obedecer aos mesmos critérios mencionados em 9.1.1 e 9.3.1.

As amostragens devem ser efetuadas nas horas do dia mais representativas e cerca de 1,5 horas após o início das atividades do edifício.

Na realização das amostragens devem ser cumpridos os mesmos pressupostos assinalados em 9.1.1 e 9.3.1.

Nº de locais de amostragem em edifícios com ventilação natural

A amostragem deve ser aleatória e o número mínimo de pontos de amostragem devem obedecer à mesma fórmula de 9.1.1.

$$N_i = 0,15\sqrt{A_i}$$

onde

N_i – nº de pontos de medida na zona i ($N_i \geq 1$);

A_i – área da zona i em m^2

Tal como anteriormente e no caso de haver queixas ou reclamações deve ser efetuado um ponto de amostragem adicional.

Na colheita de bactérias e fungos deve ser em conta o facto de as colheitas em placa com meio de cultura deverem ser efetuadas em duplicado, e ser efetuado pelo menos um branco de campo por cada 10 amostras.

A colheita é efetuada por impacto em meio semissólido através de bombas de amostragem calibradas em entidades competentes.

O tempo de colheita (T) deve ser estimado por:

$$T \text{ (min)} = \frac{V}{Q}$$

onde:

Q é o caudal do amostrador, em L/min;

V é o volume pretendido da colheita, em litros, que normalmente obedece ao intervalo 200 a 300 litros de ar. O volume de ar e o tempo de colheita podem ser otimizados em função da contaminação espectável do ar ambiente interior.

As amostragens para cada local deverão também ter uma incerteza associada, tal como referido em 9.3.1.

Também aqui deverão ser definidos critérios de conformidade conforme referidos na Metodologia de Avaliação de Qualidade do Ar Interior 1.0-1.

9.5.2 *Requisitos documentais*

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.1.2.

9.5.3 *Calibração do equipamento*

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.1.3.

9.5.4 *Formação*

O técnico que faz a determinação deve estar habilitado para este tipo de determinação bacteriológica deve ter formação constante e estar incluído na participação em ensaios de comparação interlaboratorial e ensaios de aptidão. De acordo com o Guia da Relacre 6 “Acreditação de Laboratórios de Ensaios Microbiológicos” de 2007, «*as análises microbiológicas devem ser efetuadas por um técnico com experiência, qualificado e habilitado em Microbiologia preferencialmente a nível universitário. Qualificações alternativas podem ser conformes se o pessoal demonstrar experiência relevante no âmbito da acreditação do laboratório. O laboratório deve assegurar que todo o pessoal receba formação constante nesta temática. Dever-se-á incluir treino em distribuição de meios em placas, contagem de colónias, técnicas de assepsia, entre outras. O pessoal só deve efetuar ensaios quando estiver reconhecido como competente para tal ou se tiver a supervisão adequada. A interpretação dos resultados dos ensaios para a identificação e verificação dos microrganismos está fortemente relacionada com a experiência e o desempenho de cada técnico e deve ser sistematicamente controlada*».

9.5.5 Procedimento de validação

De acordo com o Guia da Relacre 6 “Acreditação de Laboratórios de Ensaios Microbiológicos” de 2007, a validação dos métodos em microbiologia deve refletir as condições reais dos ensaios. Este objetivo deve ser alcançado utilizando amostras contaminadas naturalmente ou amostras contaminadas artificialmente com um nível de contaminação pré-definido. O técnico, deve estar ciente, que a adição de microrganismos contaminantes a uma matriz simula, de modo superficial uma contaminação natural. No entanto, esta parece ser, na maioria das vezes, a melhor e a única solução. A extensão da validação necessária depende do método em estudo e da sua aplicação. O laboratório deve validar métodos normalizados quando aplicados a matrizes não especificadas na norma.

Métodos microbiológicos qualitativos, onde os resultados são expressos como detetado / não detetado e em procedimentos de confirmação e identificação, devem ser validados calculando, se apropriado, a especificidade, a exatidão, o desvio positivo, o desvio negativo, o limite de detecção, o efeito matriz, a repetibilidade e a reprodutibilidade. Os métodos microbiológicos quantitativos, a especificidade, a sensibilidade, a exatidão relativa, o desvio positivo, o desvio negativo, a repetibilidade, a reprodutibilidade e o limite de determinação, dentro de uma variabilidade definida, devem ser considerados e, se necessário, determinados quantitativamente nos ensaios. As diferenças devido às matrizes devem ser avaliadas quando se analisam diferentes tipos de amostra. Os resultados devem ser avaliados aplicando métodos estatísticos apropriados.

É de boa prática os laboratórios manterem os dados de validação dos sistemas de ensaio comercializados (Kit's), usados no laboratório. Estes dados de validação podem ser obtidos através de ensaios colaborativos ou dados de validação fornecidos pelos fabricantes, desde que validados por um organismo reconhecido como Official Methods of Analysis (AOAC). Se os dados de validação não estão disponíveis, ou não são aplicáveis, o laboratório deve responsabilizar-se pela validação completa do método. Se for necessário introduzir qualquer modificação de modo a obter-se a mesma especificação do método original, terá que se proceder a ensaios de comparação interlaboratorial, utilizando duplicados, de modo a assegurar que esta modificação é válida. O número de amostras ensaiadas e os resultados obtidos têm que ser estatisticamente válidos.

Mesmo no caso, da validação estar completa, o utilizador precisará de verificar regularmente que o desempenho documentado é atingido, por exemplo, pelo uso de amostras contaminadas artificialmente ou materiais de referência com matrizes relevantes.

9.6 Avaliação da contagem de bactérias e fungos recomendada pela Portaria 353-A/2013

9.6.1 Amostragem

Os procedimentos de amostragem devem ser os referidos na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0). Os procedimentos de amostragem correspondem também aos de um laboratório acreditado, ou de um laboratório que participe anualmente em ensaios de Comparação Interlaboratorial (ECI) organizados pelas entidades nacionais reconhecidas para o efeito. Contudo, convém realçar que existem diferenças muito significativas, em termos de requisitos, entre um laboratório acreditado e um laboratório não acreditado que participa apenas anualmente em Ensaio de Comparação interlaboratorial. Algumas das diferenças mais importantes estão mencionadas nos pontos seguintes.

9.6.2. Requisitos documentais

Se o ensaio em causa for efetuado em laboratório acreditado os requisitos documentais são cumpridos mas o mesmo poderá não acontecer relativamente a um laboratório não acreditado, que participa apenas anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial. A existência de procedimentos e instruções dos equipamentos de medição é imperiosa, uma vez que a elaboração do relatório técnico é comum aos dois laboratórios.

9.6.3 Calibração do equipamento

Se o ensaio em questão for efetuado em laboratório acreditado os requisitos de calibração do equipamento são cumpridos mas, também aqui, o mesmo poderá não

acontecer num laboratório não acreditado, que participa apenas anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial. As incertezas da calibração têm que ser contempladas no resultado final das avaliações, existindo uma incerteza maior num laboratório não acreditado.

9.6.4 Formação

O laboratório acreditado participa em ensaios de comparação interlaboratorial e o mesmo acontece, por exigência da legislação, a um outro laboratório escolhido para a realização dos ensaios em causa.

9.6.5 Procedimento de validação

Num laboratório acreditado existem procedimentos de validação dos métodos embora isso possa não acontecer num laboratório não acreditado mas que participe anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial.

9.6.6 Conclusão

Com o que foi acima referido verifica-se que a incerteza associada ao resultado final da medição de bactérias e fungos, de acordo com Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0) é substancialmente mais elevada no laboratório não acreditado, mas que participe anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial, do que num laboratório acreditado. Naturalmente que o resultado final das monitorizações será afetado, para além de outras lacunas já mencionadas. A tabela 9.6.7 resume as diferenças entre os ensaios contagem de bactérias e fungos de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação.

Tabela 9.6.7 Diferenças entre os ensaios contagem de bactérias e fungos de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação

<i>Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro</i>	Acreditação de ensaios contagem de bactérias e fungos
Sem exigência de procedimento e instrução dos equipamentos de medição se o laboratório utilizado na determinação participar apenas em ensaios de comparação interlaboratorial	Existência de procedimento e instrução dos equipamentos de medição
Calibração do equipamento em entidade não competente se o laboratório utilizado na determinação participar apenas em ensaios de comparação interlaboratorial	Calibração do equipamento em entidade competente e as incertezas associadas à calibração do equipamento contempladas.
Utilização de métodos de ensaio não validados se o laboratório utilizado na determinação participar apenas em ensaios de comparação interlaboratorial	Utilização de métodos de ensaio validados

9.7 Determinação de *Legionella pneumophila* recomendada
pela Portaria 353-A/2013

9.7.1 Amostragem

Para além da informação contida no ponto 9.6.1, para a determinação da *Leggionela pneumophila* de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, as recolhas de água devem ser efetuadas nos seguintes locais:

- sistemas de climatização com produção de aerossóis (tanques de torres de arrefecimento e de humidificadores por pulverização, etc.); e
- tanques dos humidificadores por pulverização (lavadores de ar) em unidades de tratamento de ar.

O responsável pela colheita deve usar equipamento de proteção individual adequado para evitar correr o risco da sua própria contaminação.

A colheita de águas de condensação, biofilmes e sedimentos deve ser efetuada utilizando zaragatoas sobre as superfícies a analisar.

9.7.2 Requisitos documentais

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.6.2.

9.7.3 Formação

Estes requisitos são idênticos aos mencionados no ponto 9.6.4.

9.7.4 Contagem e Identificação da *Leggionella pneumophila* e acreditação do ensaio

A contagem e identificação das colónias de *Leggionella pneumophila* deve ser efetuada de acordo com as normas «ISO 11731 e ISO 11731-2:2004».

9.7.5 Conclusão

Pelo que foi referido anteriormente verifica-se que a incerteza associada ao resultado final da medição de *Legionella pneumophila*, de acordo com Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0) é substancialmente mais elevada no laboratório não acreditado mas que participe anualmente em ensaios de comparação interlaboratorial do que num laboratório acreditado afetando o resultado final das monitorizações, para além de outras lacunas já mencionadas.

Tabela 9.7.6 Diferenças entre a contagem e identificação da *Leggionella pneumophila* de acordo com a Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro e ensaios no âmbito da Acreditação

<i>Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro</i>	<i>Acreditação de ensaios de contagem e identificação de Leggionella pneumophila</i>
Sem exigência de procedimento e de medição se o laboratório utilizado na determinação participar apenas em ensaios de comparação interlaboratorial	Existência de procedimento de medição
Utilização de métodos de ensaio não validados se o laboratório utilizado na determinação participar apenas em ensaios de comparação interlaboratorial	Utilização de métodos de ensaio validados

10. OUTROS ENSAIOS QUE DEVERIAM ESTAR INSERIDOS NA PORTARIA 353-A/2013 E SUAS METODOLOGIAS DE ACREDITAÇÃO

Nesta secção serão caracterizados outros ensaios que deveriam, eventualmente, estar incluídos na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e suas metodologias de acreditação. Seria vantajoso que na legislação referida anteriormente estivessem inseridos os seguintes parâmetros: óxidos de azoto e amianto (enquanto existissem em Portugal edifícios com amianto).

10.1 Óxidos de Azoto

Os óxidos de azoto são provenientes de processos de combustão e de tráfego rodoviário. Atendendo a que, sobretudo nos meios urbanos, o tráfego rodoviário é muito intenso, a presença de NO_x no ambiente interior dos edifícios é praticamente inevitável. Vários estudos têm demonstrado que a exposição ao NO₂ altera a função pulmonar e o metabolismo, assim como os mecanismos de resposta inflamatória e defesa contra infeções pulmonares além de alterações no sistema imunológico (WHO, 2003; Hussain *et al*, 2004; Rubstein *et al*, 1991; Fujimaki *et al*, 1993). As metodologias para a deteção acreditada dos óxidos de azoto poderão ser as mesmas que foram referidas anteriormente relativamente aos outros gases ponto (9.3).

10.2 Amianto

A inclusão do amianto na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, é justificada pela sua perigosidade e pela existência em Portugal de edifícios com amianto onde o mesmo está presente na sua estrutura. A sua inclusão na Portaria deveria manter-se até que o amianto já não fizesse parte do nosso património construído. A partir do levantamento dos edifícios, instalações e equipamentos públicos que contêm amianto na sua construção, como decorre da Lei nº 2/2011 de 9 de Fevereiro, verifica-se existe uma percentagem (16%) de edifícios com amianto (correspondente ao Ano de 2015) centrando-se esse estudo apenas na presença de fibrocimento nos edifícios, instalações e equipamentos não englobando outros materiais de construção que possam conter amianto. Estes valores contemplam apenas edifícios públicos,

existindo muitos outros edifícios não públicos onde a presença de amianto não foi investigada. De acordo com o mesmo documento, os edifícios que correspondem aos mencionados 16%, e que presumivelmente contêm amianto na sua construção, irão agora ser submetidos a uma análise dos dados já recolhidos no sentido de determinar (a) aqueles que deverão ser apenas sujeitos a ações regulares, de monitorização e (b) aqueles que deverão ser submetidos a novas análises, se confirmarem as informações já recolhidas ou para determinar a necessidade de serem realizadas eventuais ações corretivas.

De notar que a monitorização de Qualidade do Ar Interior no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, pode estar dentro dos limites de referência nacionais fixados mas pode existir, em simultâneo, amianto em estado de degradação num edifício que não foi monitorizado, causando problemas de saúde aos seus ocupantes. Nestas condições, e por falta de monitorização regular do amianto, é passado o certificado em como o edifício está conforme quando na realidade existe um problema grave. É pois fundamental que se proceda ao despiste do amianto nos edifícios sempre que isso se justifique, sendo ainda mais relevante a sua despistagem em edifícios construídos entre 1965-1985, época em que a utilização de amianto era maior.

Amianto é uma designação comercial genérica, para a variedade fibrosa de seis minerais metamórficos de ocorrência natural. Estes minerais encontram-se em formações rochosas naturais, possuem diferentes estruturas e dividem-se em dois grupos principais: serpentina e anfíbolos, de acordo com o Guia G03/2008 V.2011.

Dentro do grupo das fibras do tipo serpentina, encontramos apenas a variedade crisólito (amianto branco) que corresponde a 95% do amianto utilizado comercialmente e, nas anfíbolos (em forma de agulha), as variedades amosite (cor cinzenta escura), antofilite, crocidolite (cor azul), actinolite e tremolite (Guia G03/2008 V.2011).

O amianto tem propriedades de isolamento térmico e resistência, tendo sido por isso utilizado na construção e proteção dos edifícios, para além do seu baixo custo.

As fibras de amianto respiráveis têm um comprimento superior a 5 µm e uma largura inferior a 3 µm (Decreto – Lei nº 266/2007 de 24 de Julho). Estas fibras de amianto são suscetíveis de serem inaladas pelo organismo humano se não forem tomadas

precauções, em termos de segurança. O amianto constitui um importante fator de mortalidade, cujos efeitos surgem na maioria dos casos, vários anos depois da exposição (Guia G03/2008 V.2011).

De acordo com a Agência Europeia para a Saúde e Segurança no Trabalho, as doenças profissionais resultantes da inalação de fibras de amianto são:

- Asbestose (pneumoconiose)
- Mesotelioma (cancro na pleura e no peritoneu)
- Cancro Pulmonar
- Cancro Gastrointestinal.

Existem três vias de exposição ao amianto, cutânea, ingestão e inalação, sendo a inalação a que tem consequências mais graves (Guia G03/2008 V.2011).

Com a exposição cutânea aparecem lesões benignas, (nódulos ou sementes de amianto) localizados (Guia G03/2008 V.2011).

A ingestão de fibras de amianto pode ocorrer através de alimentos e águas contaminadas, ou indiretamente, através da sua inalação. As fibras inaladas ficam retidas no muco do trato respiratório, passando de seguida para o trato digestivo (Guia G03/2008 V.2011).

As fibras de amianto inaladas depositam-se nos pulmões, podendo vir a provocar doenças cancerígenas anos ou décadas mais tarde (Guia G03/2008 V.2011).

10.2.1 Valor Limite de Exposição

O Valor Limite de Exposição (VLE) – corresponde à concentração máxima de fibras a que pode estar exposta a grande maioria dos trabalhadores durante a sua vida profissional, trabalhando diariamente 8 horas e 40 horas por semana sem contraírem doença profissional (Decreto – Lei nº 266/2007, de 24 de Julho) é de 0,1 fibra/ml. O Decreto – Lei nº 266/2007 de 24 de Julho de 2007, transpôs para a ordem jurídica interna a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2003/18/CE de 27 de Março de 2003, que altera a Diretiva nº 83/477/CEE do Conselho de 19 de Setembro, relativa á proteção sanitária dos trabalhadores contra riscos de exposição ao amianto durante o trabalho.

10.2.2 Aplicabilidade do Decreto – Lei nº 266/2007

O Decreto – Lei nº 266/2007, de 24 de Julho, é aplicável em todas as atividades em que os trabalhadores estão ou podem estar expostos, a poeiras de amianto ou de materiais que contenham amianto, nomeadamente:

- a) demolição de construções em que existe amianto, ou materiais que contenham amianto;
- b) desmontagem de máquinas ou ferramentas em que existe amianto ou materiais que contenham amianto;
- c) remoção do amianto ou de materiais que contenham amianto de instalações estruturas, edifícios ou equipamentos, bem como aeronaves, material circulante ferroviário navios ou veículos;
- d) manutenção e reparação de materiais que contenham amianto, existentes em instalações, estruturas, edifícios ou equipamentos, bem como em aeronaves, carruagens de comboios, navios ou veículos;
- e) transporte, tratamento e eliminação de resíduos que contenham amianto;
- f) aterros autorizados para resíduos de amianto.

10.2.3 Exposição no local de trabalho

O amianto é utilizado na construção de edifícios em diversos materiais (revestimentos, tetos falsos, colas, fibrocimento, canalizações etc). A exposição dos ocupantes dos edifícios pode ser uma realidade, sobretudo se existem situações de remoção de materiais que contenham amianto.

Quando as fibras de amianto estão fracamente ligadas no material, o risco de libertação de fibras é maior devido à friabilidade ou à condição desse material. Contrariamente, se as fibras estiverem fortemente ligadas num material não friável a probabilidade de essas fibras se libertarem será menor.

10.2.4 Diagnóstico e Inventariação

Deverá ser efetuada uma inventariação completa dos edifícios (todos os locais e materiais suscetíveis de conter amianto utilizados na construção) por técnico competente e com formação adequada sobre esta temática.

➤ Tipos de Risco a Considerar durante o Diagnóstico e Inventariação

Também de acordo com Guia G03/2008 V.2011 existem três níveis de risco a considerar.

Nível 1 – Risco reduzido. O material encontra-se em bom estado de conservação não apresentando qualquer perigo de libertação de fibras. O tempo de exposição é baixo.

Nível 2 – Risco moderado. Razoável estado de conservação. O material não é friável. O tempo de exposição é baixo.

Nível 3 – Risco elevado. Mau estado de conservação. O material encontra-se deteriorado, é friável. O tempo de exposição é elevado.

Após a inventariação e identificação da possível presença de amianto nos edifícios, será necessário a sua confirmação. Esta confirmação da sua presença é efetuada através de métodos analíticos.

No trabalho de diagnóstico e inventariação existem medidas fundamentais que, ainda segundo o Guia G03/2008 V.2011 devem ser tidas em consideração:

- alertar o técnico para os riscos de exposição ao amianto;
- seguir as boas práticas no que se refere aos trabalhos com amianto;
- dar ação de formação sobre o amianto e os procedimentos a utilizar;
- respeitar a sinalização de segurança existente no edifício;
- utilizar *Kits* de proteção ao amianto (fato completo, máscara, óculos, touca, e protetores de sapatos).

Quando existe amianto num material, como consequência da inventariação ao edifício, o Guia G03/2008 V.2011 aponta algumas soluções que podem ser adotadas:

- Manter o MCA (materiais contendo amianto) nas condições em que se encontram desde que não haja risco, (risco 1 – reduzido). Neste caso devem ser efetuadas periodicamente avaliações ao ar no local onde se encontram, os materiais contendo amianto, de forma a verificar a sua presença no ar. Estas avaliações devem ser efetuadas com uma frequência máxima de dois anos.
- Manter o MCA através de encapsulamento (de forma a evitar a libertação de fibras e a inalação por parte dos ocupantes do edifício), indicando que o estado de conservação do MCA é médio (nível 2 – risco moderado). Com o encapsulamento é necessário proceder à limpeza da zona envolvente, implicando inevitavelmente, avaliações de ar do local periódicas para verificar a presença ou não de amianto. Esta solução conduz a que, muitas vezes, o material contendo amianto tenha que ser removido mais tarde.
- Proceder á remoção do MCA e colocação de outro material em substituição. A remoção é aconselhada no caso em que o estado de conservação do MCA é de degradação avançada (é friável) e/ou quando liberta para o ar uma percentagem de fibras superior ao permitido pela legislação vigente (nível 3 – risco elevado). O tempo de exposição é alto. Para se proceder à demolição do MCA é necessário recorrer a uma empresa especializada para o efeito, sendo obrigatória a notificação da ACT (Autoridade para as Condições do Trabalho) de acordo com o Decreto – Lei nº 266/2007, de 24 de Julho, devendo existir também um plano de trabalhos aprovado pela ACT. Com a finalização dos trabalhos de remoção é necessário proceder à limpeza do local e confirmação, por meio de avaliações ao ar ambiente, se as poeiras de amianto foram eliminadas. Todos os resíduos provenientes da remoção de MCA devem ser encaminhados para operadores licenciados.

Os trabalhadores expostos ao amianto devem ser alvo de uma inspeção médica que incluiu um exame clínico anual, com radiografia aos pulmões e zonas funcionais respiratórias (avaliação da capacidade respiratória) de 2 em 2 anos.

10.2.5 Amostragem de Amianto

Para se fazer uma amostragem de amianto pode-se utilizar um dos três métodos seguintes:

- *Amostragem estática* – o amostrador é instalado num local fixo, para medir a contaminação do ambiente nas áreas próximas às fontes geradoras de poeira de amianto.
- *Amostragem individual* – corresponde a uma avaliação do risco a que um trabalhador específico está exposto. Esta avaliação deve ser efetuada no decorrer do dia de trabalho e o conjunto/equipamento de amostragem é colocado no corpo do trabalhador, junto à zona respiratória. Nesta avaliação não deve ser apenas considerado um dia de amostragem, mas sim o estudo de alguns dias durante a semana de forma a tornar a amostragem representativa.
- No caso de existirem remoções de amianto, as amostragens devem ser efetuadas antes da remoção, durante a remoção (todos os dias em que se processar a remoção) e no final da remoção.
 - As amostragens são feitas com a ajuda de uma bomba de colheita de ar na qual é colocado um filtro apropriado para a pesquisa do amianto, de forma a que as fibras existentes no ar ambiente interior fiquem retidas nesse filtro. A bomba deve ser calibrada por entidade competente. O fluxo da bomba deve ser verificado antes e depois da amostragem. Se a variação de fluxo for superior a 10 % a amostra será rejeitada. De acordo com a ISO 16000-7:2007, o caudalímetro utilizado na verificação da bomba deve ter uma precisão de $\pm 5\%$ (limite de confiança de 95%). O volume mínimo de amostragem é de 25 L. Nos ambientes de escritório é aconselhável utilizar um volume de 400 a 2400 L. Durante a amostragem convém manter o filtro sob vigilância. Se neste existir uma camada visível de poeiras a amostragem é invalidada e terá que se efetuar uma nova. A quantidade total de poeiras não deve exceder 1 mg. O tempo de amostragem é variável consoante a concentração de fibras esperadas fibras /cm³
 - A *amostragem de materiais de construção* corresponde a uma amostra de um material de construção suscetível de conter amianto, que depois é encaminhada para laboratório acreditado, com intuito de verificar se existe

ou não. Esta pesquisa é efetuada por microscopia eletrónica. Todos os utensílios que serviram para retirar o material amostrado devem ser colocados em sacos para resíduos de amianto e ser encaminhados para operador licenciado. Os métodos de amostragem e as instruções dos equipamentos utilizados devem estar documentados.

10.2.6 Método de Avaliação da Concentração de Fibras

A avaliação da concentração de fibras em suspensão no ar deve ser efetuada no âmbito da acreditação segundo os métodos que se indicam seguidamente. Estes métodos devem ser validados e têm como base comum a microscopia de contraste de fase.

- ISO 8672:1993- Qualidade do Ar – Determinação da concentração de fibras inorgânicas por microscopia de contraste de fase.
- Método da Organização Mundial de Saúde de 1997. Microscopia Ótica de Contraste de Fase.
- ISO 16000-7:2007 - Determinação da concentração de amianto em atmosferas no interior de edifícios para posterior contagem por microscopia de contraste de fase.

Tanto os métodos utilizados como o procedimento de validação desses métodos e ainda as instruções dos equipamentos utilizados deverão estar descritos em arquivo facilmente acessível. Todos os equipamentos devem ser calibrados por entidades competentes. As suas incertezas calculadas assim como os seus critérios de aceitação definidos e aprovados.

Com a microscopia de contraste de fase é possível observar estruturas sem coloração, devido à diferença de fase dos raios luminosos que atravessam o fundo relativamente à fase da luz que atravessa a estrutura (Método da Organização Mundial de Saúde de 1997. Microscopia Ótica de Contraste de Fase)

A diferença de fase é conseguida através da utilização de uma objetiva de fase, que corresponde a um disco de vidro (escavação circular) de modo que a luz que atravessa a escavação tem diferença de $\frac{1}{4}$ de fase em relação à que atravessa a outra porção do vidro. Nesta técnica os objetos não corados, funcionam com redes de

difração, uma vez que os pormenores da sua estrutura resultam de pequenas diferenças nos índices de refração, e estas originam diferenças de fase nas radiações que os atravessam (Método da Organização Mundial de Saúde de 1997. Microscopia Ótica de Contraste de Fase)

Esta metodologia, contudo, não permite identificar a natureza das fibras (vegetais, fibras minerais, naturais ou outras) que existem no ar (Método da Organização Mundial de Saúde de 1997. Microscopia Ótica de Contraste de Fase)

No entanto, se o valor encontrado para as concentrações de todas as fibras existentes na amostra de ar colhida, for inferior ao limite admissível (VLE), pode-se afirmar com segurança que o valor das fibras de amianto é inferior ao VLE admissível.

10.2.7 Relatório de Ensaio

O relatório de ensaio deve conter as condições de amostragem, o local amostrado, o nome do técnico que procedeu à amostragem e os resultados obtidos com a incerteza associada. Todos os valores obtidos são, posteriormente, comparados com as normas de referência.

11. Revisão Legislativa

Após uma leitura integral dos regulamentos

- Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)
- Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)
- Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE)
- Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto
- Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e
- Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0),

foi efetuada a sua análise com vista à proposta de uma melhoria do que é preconizado nesses documentos e uma revisão legislativa .

Portugal foi pioneiro, a nível europeu, no facto de englobar a qualidade do ar interior no Sistema de Certificação Energética (SCE) dos edifícios. Como foi explicado anteriormente, o SCE tem como objetivo garantir o conforto térmico dos edifícios e a qualidade do ar interior apostando, em simultâneo, em tecnologias energeticamente eficientes. Tendo por base esta certificação, foram aprovados mais dois regulamentos: o Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios (RSECE) e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Com o aparecimento da certificação, além de se poder obter o licenciamento de novas construções, e a verificação da sua conformidade com o projeto e com o RSECE, e ainda as condições do seu funcionamento, deu-se também a emissão e a revalidação do SCE.

No caso em que se pretenda obter uma licença de utilização, deve-se ter em conta os caudais de ar novo estabelecidos, a existência de um plano de manutenção dos sistemas de climatização e a manutenção eficiente do sistema, assim como a existência de um Técnico Responsável pelo Funcionamento do Edifício (TRF). De acordo com o RSECE-QAI, os edifícios já existentes são obrigados a efetuar visitas preliminares e auditorias periódicas de QAI. A periodicidade destas visitas e auditorias devia ser de dois em dois anos para edifícios onde funcionem instituições de ensino, centros desportivos e de lazer,

creches e infantários. Nos edifícios que albergam atividades comerciais, serviços, turismo, transportes e atividades culturais as auditorias devem ser de 3 em 3 anos.

Nesta legislação, como pontos fortes mais relevantes, pode-se destacar (i) a obrigatoriedade de efetuar visitas preliminares e auditorias de QAI, e (ii) o desenvolvimento da nota técnica NT-SCE-02 onde está definida a metodologia de apoio à realização das auditorias. De salientar, também, que foram definidos os parâmetros a monitorizar na auditoria de QAI, embora outros parâmetros devessem ser considerados, como por exemplo as partículas PM_{2,5}, os óxidos de azoto e o amianto. Foram também fixados valores de referência nacionais para os parâmetros determinados e foram definidos métodos de monitorização de QAI e especificações dos equipamentos utilizados nestas auditorias.

Todavia, ainda há lugar para implementar algumas melhorias legislativas, como por exemplo, nos seguintes aspetos:

- 1) Os laboratórios que fazem as visitas preliminares e auditorias não têm, presentemente, que ser acreditados e este aspeto poderá ser melhorado com a obrigatoriedade dessa acreditação.
- 2) Existem lacunas em termos de requisitos documentais, como a falta de procedimentos e instruções de trabalho, a calibração dos equipamentos que não tem que ser efetuada em entidade acreditada, e as incertezas da calibração e das medições não são contempladas no relatório final. Também aqui não será difícil melhorar a situação atual bastando para tanto melhorar a exigência dos requisitos mencionados.
- 3) Não é efetuada a verificação dos equipamentos com gases rastreados e calibrados em entidade competente, e as incertezas correspondentes não são contabilizadas. Os equipamentos referenciados na legislação não são compatíveis pelo que se obtêm diferentes resultados numa mesma amostragem. Mais uma vez, pequenos ajustes na exigência dos procedimentos, poderá levar a uma melhoria significativa de todos os processos já em vigor.
- 4) As metodologias de amostragem não estão bem definidas o que se traduz na falta de rigor das mesmas em termos de representatividade e duração. Uma metodologia de amostragem bem delineada ajudará a colmatar esta dificuldade.

- 5) Os métodos utilizados não são validados, não existindo, conseqüentemente, limites de deteção e quantificação associados. Facilmente se percebe que a validação dos métodos deveria ser um requisito obrigatório.
- 6) A nível do pessoal técnico, a sua formação constante e participação em ensaios de comparação interlaboratorial e ensaios de aptidão devia ser uma obrigação inquestionável mas isso não acontece.
- 7) Também seria desejável que existissem visitas preliminares e auditorias de QAI obrigatórias para a indústria, com periodicidade estabelecida e os parâmetros a monitorizar devidamente identificados em função das diferentes atividades. Também para estes casos os limites de referência nacionais deveriam estar devidamente fixados.
- 8) Finalmente, seria de extrema utilidade que a certificação de QAI não estivesse incluída na certificação energética mas fosse independente. Este aspeto ajudaria à autonomia e transparência de todo o procedimento.

Será interessante, aqui, conhecer as opiniões de Carlos Pedro Ferreira, Engenheiro do Ambiente e Perito Qualificado no RSECE – QAI e de Paulo Carvalho, Engenheiro Mecânico Perito Qualificado no RCCTE, RSECE-QAI e RSECE-Energia que referem, na revista Indústria e Ambiente 64, o seguinte que passo a transcrever:

«Um dos primeiros obstáculos na implementação do RSECE-QAI é a própria metodologia e equipamento de medição. Carlos Pedro Ferreira fala da **falta de eficácia dos resultados das medições** de QAI. *“Não está explicado devidamente na nota técnica, como se faz a medição; a duração que ela deve ter ou a representatividade no espaço de tempo. Se isso não estiver muito bem balizado, na minha opinião, a QAI pode ser altamente discutível.”* Paulo Carvalho diz que já tem tido *“situações que são muito graves e que, relativamente ao que está na lei, provavelmente passam na certificação ou, se não passam, o mais comum é terem que mudar o sistema de ventilação. Para as situações que são graves não está nada definido na lei. E aí há uma falha importante.”* Segundo o perito **com esta regulamentação, praticamente todos os edifícios estão bem**. Mas de facto, há pessoas que se sentem mal o que mostra que esses edifícios estão doentes. A segunda falha destacada pelos peritos é a questão dos equipamentos. Há dois equipamentos recomendados oficialmente para as medições de QAI, referenciados como equivalentes, mas que na realidade em nada são comparáveis. *“Na maior parte dos casos dão resultados diferentes. Na verificação da conformidade de um espaço, obtêm-se resultados diferentes, se utilizarmos os dois equipamentos, num mesmo momento. Ora se os resultados diferem, os equipamentos não podem ser equivalentes.* Este facto deixa, na opinião de ambos, desconfiança acerca da fiabilidade das medições de QAI. A QAI tem influência na saúde das pessoas que frequentam o edifício e, por isso, tem que ser levada a sério. Paulo Carvalho defende, para já, uma independência entre a certificação energética e a certificação da QAI. *“Tendo em conta o custo/benefício, e tendo em conta todos os passos da certificação, nos edifícios novos as auditorias de QAI deveriam ser mais seletivas, e ao fazerem-se serem rigorosas e sérias. É altamente improvável que um edifício novo, depois de todas as etapas por que passou, reprove na auditoria de QAI. Os existentes é que podem ser preocupantes, porque é altamente provável que reprovem no que concerne ao CO₂ pois não é renovação de ar”*. Carlos Pedro Ferreira aceita as recomendações do colega mas acrescenta que as medições na auditoria de QAI, para serem levadas a sério deveriam ser efetuadas por um laboratório acreditado. Defende ainda que os equipamentos deveriam ser calibrados por outra

uma entidade competente que não esse laboratório, isto é, um laboratório de referência de calibração para garantir que os resultados são válidos. *“Se um edifício reprova numa auditoria com medições realizadas por laboratório não acreditado, os resultados, do ponto de vista jurídico, podem valer zero”*, justifica. Penso que todas estas opiniões, são importantes no sentido de identificar as diferentes lacunas existentes no RSECE – QAI, para além daquelas que eu anteriormente já referi, com vista a um melhor desempenho na área ambiental particularmente na monitorização da qualidade do ar interior no âmbito do RSECE.

Revista Indústria e Ambiente 64 «Verificação do RSECE - QAI Ponto de Ordem»

Com a aprovação da Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios, foi reformulada a Diretiva n.º 2002/91/CE dando maior impacto à promoção do desempenho energético nos edifícios, à luz das metas e dos desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020. Como consequência foi aprovado o Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, transpondo a Diretiva n.º 2010/31/UE.

Quanto às políticas da QAI, ficou então definido que as visitas preliminares e auditorias deixassem de ser obrigatórias, com racionalização dos controlos da ventilação (definindo valores mínimos de caudal de ar novo) em função da concentração dos poluentes QAI (definindo limiares de proteção), com vista à proteção e bem-estar dos ocupantes dos edifícios.

Também com este Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, se deu uma maior importância à ventilação natural face à ventilação forçada de forma a apostar na otimização da eficiência energética com consequente redução de custos.

Além disso, o DL 118/2013, de 20 de Agosto, promove a melhoria do desempenho energético dos edifícios com a implementação do Sistema Nacional de Certificação Energética (SCE) que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios e de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Neste novo decreto – lei é regulada a matéria que anteriormente estava em três diplomas diferentes. Existe também uma separação do âmbito de aplicação incluindo o REC e o RECS, estando o primeiro relacionado com edifícios de habitação e o segundo com comércio e serviços. O aparecimento do Decreto – Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, conduziu ao conceito de edifício com necessidades quase nulas de energia com vista à redução de custos. Este conceito vai ser aplicado nas novas construções a partir de 2020 de forma obrigatória (ou de 2018 de forma voluntária) e será aplicado a edifícios públicos novos e em alterações de edifícios já

existentes. Para além do que foi referido anteriormente, esta nova legislação define os requisitos em termos de instalação e manutenção dos sistemas de climatização em edifícios de comércio e serviços, com o intuito de melhorar o seu funcionamento em termos energéticos. É também reconhecido o pré- certificado e o certificado SCE. Em Portugal, e com esta nova legislação, as visitas preliminares e as auditorias desapareceram, estando apenas nas mãos dos operadores a sua realização voluntária e a sua fiscalização por um organismo público.

Esta é uma das alterações que se podem considerar negativas nesta nova legislação, pois representa um retrocesso no que respeita à proteção ambiental e proteção da saúde da população em geral. Seria desejável começar já a pensar em medidas corretivas para esta situação ou então rever a legislação existente, pois ela não é a que melhor serve o nosso País. A legislação de QAI deveria ser alvo de uma avaliação e revisão profundas podendo começar-se pela obrigatoriedade das visitas preliminares e auditorias para todos os edifícios (serviços, comércio e industriais) e com o estabelecimento de uma periodicidade para as mesmas.

Para a realização das auditorias voluntárias de QAI (Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, conjuntamente com a Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro) são estipulados valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e os limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior, cabendo à Direção-Geral da Saúde e à Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., acompanhar a sua aplicação.

A fiscalização relativa ao cumprimento dos limiares de proteção cabe à Inspeção Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT), estando previsto na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro, que a fiscalização deva ser efetuada de acordo com uma metodologia estabelecida pelas entidades competentes nos domínios do ambiente e da saúde.

Foi então disponibilizada a metodologia de avaliação da qualidade do ar interior em Edifícios de Comércio e Serviços (QAI_1.0) para efeitos da fiscalização, conforme previsto na Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro e no Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, a qual será revista pelas entidades competentes (APA e DGS) sempre que justificável.

Desta forma, poder-se-iam implementar melhorias se houvesse uma revisão da legislação atual englobando os seguintes aspetos:

- Obrigatoriedade de realização de visitas preliminares e auditorias de QAI
- Visitas preliminares e auditorias de QAI, obrigatórias a edifícios de serviços, comércio e industriais
- Definição de limiares de proteção em função dos diferentes tipos de edifício e das suas atividades.
- Definição dos parâmetros a monitorizar englobando os já definidos e monitorização dos óxidos de azoto e do amianto.
- Definir novas periodicidades para a realização destas auditorias nos diferentes edifícios, não devendo ser nunca voluntárias.
- Selecionar laboratórios acreditados para a realização destes ensaios e não apenas e só para pesquisas microbiológicas, mas sim englobando todos os parâmetros.

Existem ainda muitas lacunas na legislação atual e a sua revisão em função dos pontos referidos anteriormente poderá revelar-se uma mais valia.

12. Conclusão

Como ficou descrito ao longo do presente estudo, Portugal foi pioneiro com a introdução das auditorias de QAI na certificação energética. Com a nova legislação (Portaria n.º 353-A/2013, de 4 de dezembro e no Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto) deu-se um passo atrás em matéria de ambiente e saúde pública. Relativamente a esta temática os legisladores ainda não estão sensibilizados para as consequências que podem advir para o ambiente e para a saúde pública. Pretende este trabalho chamar atenção para estas problemáticas e contribuir para a revisão e melhoria da situação atual. Tendo embora consciência de que o País se encontra em graves condições financeiras não se poderá deixar de referir que os gastos com as visitas preliminares e auditorias de QAI a edifícios de serviços, comércio e industriais não são tão significativos que prejudiquem a economia. Para uma melhoria real da situação presente terão que existir apoios às empresas, em termos de formação ambiental assim como apoios financeiros. É, na verdade um investimento económico, mas que valerá a pena realizar pois trará benefícios a curto, médio e longo prazo. As entidades governamentais não podem ignorar um problema (já existente) de saúde pública, de saúde ambiental e de proteção dos cidadãos. O desenvolvimento das metodologias de monitorização de QAI devem ser estimuladas de forma a contribuir positivamente para esses três fatores e para a progressão do País.

Assim, e para finalizar, é importante que se proponha a revisão do Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, e Portaria 353-A, 2013, de 4 de Dezembro, e ainda do documento “Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em Edifícios de Comércio e Serviços” no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0) relativamente aos seguintes aspetos:

- Obrigatoriedade de realização de visitas preliminares e auditorias de QAI.
- Auditorias e visitas preliminares obrigatórias a edifícios de serviços, comércio e industriais.
- Para as visitas preliminares deve ser efetuada a uniformização da solicitação de queixas através de questionário a preencher pelos ocupantes dos edifícios, de acordo com o ponto 6.1.1, a uniformização dos dados de descrição do edifício, de acordo com o ponto 6.2.1 e do sistema de ventilação climatização, de acordo com o ponto 6.3.1.

- Definição de limiares de proteção em função dos diferentes tipos de edifício e das suas atividades.
- Definição dos parâmetros a monitorizar englobando os já definidos na Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, e monitorização também dos óxidos de azoto e do amianto.
- Definir novas periodicidades para a realização destas auditorias nos diferentes edifícios, quiçá anuais.
- Selecionar laboratórios acreditados, para a realização destes ensaios e não apenas e só para pesquisas microbiológicas, mas sim englobando todos os parâmetros.

Como qualquer outro estudo também este enfrentou algumas limitações, nomeadamente a omissão de informação relevante em termos legislativos. Este facto levou a que alguns dos assuntos aqui expostos não estejam explicados da melhor forma o que suscita dúvidas na sua aplicação.

13. Bibliografia

ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists, disponível em, www.acgih.org/ *acedido a 5 de Janeiro de 2015*

Agência Europeia para a Saúde e Segurança no Trabalho <http://osha.europe.eu> *acedido a 6 de Janeiro de 2015.*

Agenda 21 local 1992

https://www.google.pt/search?q=Agenda+21+local+%281992%29&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:pt-PT:official&client=firefox-a&channel=np&source=hp&gfe_rd=cr&ei=9I-YU6raKOXe8gf7z4HQCA *acedida a 9 de Janeiro de 2015.*

Almeida, S. M., Canha, N., Silva, A., Freitas, M. C., Pegas, P., Alves, C.,... Pio, C. A. (2011). Children exposure to atmospheric particles in indoor of Lisbon primary schools. *Atmospheric Environment*, 45, 7594---7599.

Almeida, J. A. S & Pires, A. C. (2006). Acreditação: Vantagens e dificuldades na implementação de um sistema da qualidade num laboratório de ensaio e/ou calibração química, 101, 34-39

American Society for Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) - ASHRAE Standard 55, 2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta (USA).

American Society for Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) - ASHRAE Standard 62, 2004. Ventilation for acceptable indoor air quality. Atlanta (USA).

American Society for Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) - ASHRAE, 1997. ASHRAE Handbook-Fundamentals, Atlanta (USA). ANSI American National Standards Institute disponível em, www.ansi.org/ *acedido a 13 de Janeiro de 2015.*

ANSI/ASHRAE Standard 62.1 (2004). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta.

APA, Agencia Portuguesa do Ambiente – Laboratório de Referencia do Ambiente, 2009. Qualidade do ar em espaços interior – Um guia técnico.

APA (2010). Qualidade do Ar em Espaços Interiores- Um Guia Técnico. *Acedido em: 16 de Janeiro de 2015 em* [http://www.apambiente.pt/serviços/LaboratorioReferencia/Documents/Manual%20QAI%20APA %20Maio%202010.pdf](http://www.apambiente.pt/serviços/LaboratorioReferencia/Documents/Manual%20QAI%20APA%20Maio%202010.pdf).

ASHRAE American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers, disponível em <https://www.ashrae.org/>, *acedido a 19 de Janeiro de 2015.*

Barbosa, P. R.A., (2012) “Mestrado em Engenharia Química” – Instituto Superior de Engenharia do Porto – Ramo de Tecnologias de Proteção Ambiental – Departamento de Engenharia Química.

Benollet, M. Fernando, A. Diegues, P, 2010.” Prevenção e Controlo de Legionella nos Sistemas de Água”. Instituto Português da Qualidade/ Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento Comissão Sectorial para Água (CS/04).

Bernstein, J.A., Alexis N., Bacchus, H., Bernstein, I.L., Fritz, P., Horner, E., Li, N., Mason, S., Nel, A., Oullette, J., Reijula, K., Reponen, T., Seltzer, J., Smith, A. e Tarlo, S.M. (2008). The health effects of nonindustrial indoor air pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. **121**: 585-591.

Bluyssen, P. (2009). Towards an integrative approach of improving indoor air quality. *Building and Environment*. **44**: 1980-1989.

Borrego, C., Neuparth, N., Carvalho, A.C., Carvalho, A., Miranda, A.I., Costa, A.M., Martins, V. (2008). A Saúde e o Ar que respiramos --- um caso de estudo em Portugal. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.

Brown SK, Sim MR, Abramson MJ, Gray CN, 1994. “Concentrations of volatile organic compounds in indoor air-a review”. *Indoor air*, 4: 123-143

Bureau International des Poids et Mesures (2012) International Vocabulary Metrology.

Burroughs HEB (1997). Sick building syndrome: Fact, fiction, or facility? In Hansen W. A Guide to Managing Indoor Air Quality in Healthy Care Organizations. Ed. Oakbrook Terrace IL, Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations, p. 3-13.

Canha, N., Freitas, M.C., Almeida, S.M., Almeida, M., Ribeiro, M., Galinha, C., & Wolterbeek, H.Th. (2010). Indoor school environment: easy and low cost to assess inorganic pollutants. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 286 (2), 495--500.

Carta Europeia sobre Ambiente e Saúde, (1989).
www.euro.who.int/EEHC/conferences/20021107_4 acedida a 22 de Janeiro de 2015.

CEN – CENELEC The European Standardization Organizations disponível em, www.cencenelec.eu/ acedido a 22 de Janeiro de 2015.

Chaloulakou, A. e Mavroidis, I. (2002). Comparison of indoor and outdoor concentrations of CO at a public school. Evaluation of an indoor air quality model. *Atmospheric Environment*. 36: 1769–1781.

Chan, P.L., Yu, P.H.F., Cheng, Y.W., Chan, C.Y. e Wong, P.K. (2009). Comprehensive characterization of indoor airborne bacterial profile. *Journal of Environmental Sciences*. 21: 1148 – 1152.

1º Conferência Interministerial Ambiente e Saúde (2009) Frankfurt

2º Conferência Interministerial Ambiente e Saúde (2010) Helsínquia

Coelho, L., Garcia, J., Gouveia, C., Cerdeira, R., & Louro, C. (2005). Estudo da influência da indústria e do tráfego na qualidade do ar na cidade do Barreiro. In Acta do 4.º Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica Da Ordem dos Engenheiros. Lisboa, Portugal: Ordem dos Engenheiros.

Decreto – Lei nº 40/90, de 6 de Fevereiro. Diário da República – I- Série Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações.

Decreto – Lei nº 156/92, de 29 de Julho. Diário da Republica-I-Série Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações.

Decreto – Lei nº 118/98, de 7 de Maio. Diário da República – I- Série Ministério do Equipamento do Planeamento e da Administração do Território.

Decreto-Lei n.º 78/2006, de 4 de Abril. Diário da República nº 2411/67 – I- Série- A. Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril. Diário da República nº 2468/67 – I- Série- A. Ministério da Economia e da Inovação. Lisboa.

Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril. Diário da República nº 2416/67 – I- Série- A. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Lisboa.

Decreto – Lei nº 118/2013, de 20 de Agosto. Diário da República – I- Série, Ministério da Economia E do Emprego.

Decreto – Lei nº 266/2007 de 24 de Julho de 2007, - I- Série, Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social.

Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2003/18/CE de 27 de Março de 2003

Diretiva nº 83/477/CEE do Conselho de 19 de Setembro.

Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho n.º 2010/31/EU, disponível em, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF>, acedida a 23 de Janeiro de 2015

Diretiva Comunitária 2002/91/CE, disponível em, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0071:PT:PDF> F acedida a 26 de Janeiro de 2015.

EN European standard 13779:2007 (Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems).

EN European standard 12097:2006 (Ventilation for Buildings - Ductwork - Requirements for ductwork components to facilitate maintenance of ductwork systems).

EPA, (2008) Care for your air: A Guide to Indoor Air Quality.

EPA (2009). IAQ Action Kit - IAQ Reference Guide: Appendix E - Typical Indoor AirPollutants. IAQ Tools for Schools Program, disponível em <http://www.epa.gov/iaq/schools/tfs/guidee.html#Dust>, acedido em 29 de Janeiro de 2015.

Estratégia de Ambiente e Saúde na União Europeia (2013).

European co –operation for accreditation - Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration.EA-4/02, (1999), disponível em <http://www.european-accreditation.org>, acedido a 1 de Março de 2015.

European co –operation for accreditation - EA Guidelines on the Expression of uncertainty in Quantitative Testing EA-4/16, (2015), disponível em <http://www.european-accreditation.org>, acedido a 1 de Março de 2015.

European co –operation for accreditation - The Selection and Use of Reference Materials EA-4/14, (2015), disponível em <http://www.european-accreditation.org>, acedido a 1 de Março de 2015.

Ferreira, S.C.D., (2013) Dissertação sobre “Qualidade do ar interior em escolas básicas de 1º ciclo” – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto – Instituto Politécnico do Porto.

Fraga, S., Ramos, E., Martins, A., Samudio, M. J., Silva, G., Guedes, J., & Barros, H. (2008). Indoor air quality and respiratory symptoms in Porto schools. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 14(4), 487---507.

Freitas, M.C., Canha, N., Martinho, M., Almeida---Silva, M., Almeida, S., Pegas, P., & Contreiras, T. (2011).Indoor Air Quality in Primary Schools. In A. M. Moldoveanu (Ed.), *Advanced Topics in EnvironmentalHealth and Air Pollution Case Studies* (pp. 361---384). Rijeka, Croatia: InTech.

FUJIMAKI, H.; OZAW, A. M.; BISSONNETTE, E. & BEFUS, A. D., 1993. Further studies on the effect of nitrogen dioxide on mast cells: the efect of the metabolite, nitrite. *Environmental Research*, 61: 223-231.

Guia para procedimentos de inventariação de materiais com amianto e ações de controlo em unidades de saúde. G03/2008 V.2011 Administração Central do Sistema de Saúde, IP.

Godoi, R.H., Avigo, D.J., Campos, V.P, Tavares, T.M., Marchi, M.R.R., Grieken, R. & Godoi, A.F.L. (2009). Indoor air Quality assessment of elementary schools in Curitiba, Brazil. *Water, Air, Soil Pollution: Focus*, 9, 171–177.

Gomes, J. F. P., Bordado, J.C.M., Sarmiento, G., & Dias, J. (2007). Measurements of indoor air pollutant levels in a university office building. *Journal of Green Building*, 2(4), 123---129.

Government of the Hong Kong Special Administrative Region Indoor Air Quality Management Group, 2003. “Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Space”.

Health Optimisation Protocol for Energy Efficient (Hope) E.U.A (2005).
Hussain,I.,Jain,V.V.,O'Shaughnessy,P.,Businga,T.R.,& Kline,J. (2004). Effect of nitrogen dioxide exposure on allergic asthma in a murine model. Chest, 126 (1), 198-204.

IARC International Agency for Research on Cancer, disponível em <http://www.iarc.fr/> acessado a 5 de Fevereiro de 2015.

IPAC (Instituto Português de Acreditação) (2012) Procedimento para Acreditação de Laboratórios (DRC005), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015.

IPAC (instituto Português de Acreditação) (2013) Regulamento dos Símbolos de Acreditação (DRC002), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015.

IPAC (instituto Português de Acreditação) (2007) Formulário Especifico de Candidatura (DIC006), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015.

IPAC (instituto Português de Acreditação) (2015) Regulamento de Preços (DRC004), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015.

IPAC (instituto Português de Acreditação) (2015) Curriculum Vitae – Avaliador do IPAC (QIA004), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015

IPAC (instituto Português de Acreditação) (2007) Balanço da Melhor Incerteza (OIC003), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015.

IPAC (instituto Português de Acreditação) (2010) Guia para a Aplicação da Norma NP EN ISO/IEC 17025 (OGC001), disponível em <http://www.ipac.pt> acessado a 1 de Março de 2015

IPQ (Instituto Português de Qualidade) (2007), Norma Portuguesa 1726:2007, Saúde e Segurança no Trabalho, Valores Limites de Exposição a Agentes Químicos. Nota Técnica NT-SCE02, 2010. “Metodologias, para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE”. APA

IPQ/ INMETRO, (2012) Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos fundamentais, 1ª Edição, 2012, disponível em, www.ipq.pt, acessado a 3 de Julho de 2015.

ISO: International Standard ISO/IEC. 17025:2005, disponível em, <http://www.iso.org> acessado a 10 de Fevereiro de 2015.

ISO: International Standard 16000-3:2001, Indoor air -- Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds -- Active sampling method, disponível em, <http://www.iso.org>, *acessado a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard 16000-4:2004, Indoor air -- Part 4: Determination of formaldehyde -- Diffusive sampling method, disponível em, <http://www.iso.org>, *acessado a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard 16000-6:2004, Indoor air -- Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard 11731:2004, Water quality -- Detection and enumeration of Legionella -- Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO 16000-2:2006, Indoor air. Sampling strategy for formaldehyde, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO 9169:2006, Air quality -- Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO 8672:1993 Air quality -- Determination of the number concentration of airborne inorganic fibres by phase contrast optical microscopy -- Membrane filter method, disponível em, <http://www.iso.org> *acedido, a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO 8672:1993, Indoor air -- Part 7: Sampling strategy for determination of airborne asbestos fibre concentrations, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO/TR 10013:2001, Guidelines for quality management system documentation, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO/TR 10015:2000, Training Management, disponível em, <http://www.iso.org>, *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ISO: International Standard ISO/TR 11731-2:2004, Water quality -- Detection and enumeration of Legionella -- Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts, disponível em, <http://www.iso.org>. *acedido a 10 de Fevereiro de 2015.*

ITN (2005). Radão Um Gás Radioativo de Origem Natural. *acedido a 12 de Fevereiro de 2015 em: www.itn.pt/docum/relat/radao/itn_gas_radao.pps.*

Jones, A.P. (1999). Indoor air quality and health. *Atmospheric Environment*. 33:4535-4564.

Kagi, N., Fujii, S., Horiba, Y., Namiki, N., Ohtani, Y., Hitoshi, E., Tamura, H. e Kim, Yong Shik (2007). Indoor air quality for chemical and ultrafine particle contaminants from printers. *Building and Environment*. 42: 1949–1954.

Kay, J, Keller, G, Miller, J, 1991. “ Indoor Air Pollution – Radon, Bioaerosols & VOC´s” Lewis Publishers

Kosonen, R. & Tan, F. (2004). The effect of perceived indoor air quality on productivity loss. *Energy and Buildings*, 36(10), 981---986.

Lei nº 2/2011 de 9 de Fevereiro, Remoção de amianto em edifícios, instalações e equipamentos públicos. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 28 — 9 de Fevereiro de 2011.

Lei 58/2013, de 20 de Agosto, Aprova os requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito qualificado para a certificação energética e de técnico de instalação e manutenção de edifícios e sistemas, conformando -o com a disciplina da Lei n.º 9/2009, de 4 de março, que transpõe a Diretiva n.º 2005/36/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 7 de setembro de 2005, relativa ao reconhecimento das qualificações profissionais. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 159.

Lemos, E., (1997). *Poluição Interior: abordagem à síndrome dos edifícios doentes*.
Madureira, J.G.V. (2005). *Impacte de uma Grande Linha de Tráfego Urbano na Qualidade do ar e na Saúde - Avaliação em Escolas da Cidade do Porto*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 123 pp.

Magalhães, T. A. M.A., (2009). “Avaliação do contributo na qualidade do ar interior hospitalar da humidade e dos fungos”, Tese de Mestrado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Departamento de Engenharia Mecânica.

Martínez, F.J.R. e Callejo, R.C. (2006). *Edificios saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores*. Acedido a 16 de Fevereiro de 2015 em:http://www.google.com/search?hl=pt-PT&q=Edificios+saludables+para+trabajadores+sanos%3Acalidad+de+ambientes+interiores&btnG=Pesquisar&aq=f&aql=&oq=&gs_rfai=

Martínez FJR, Gómez VE (2007). *Calidad de Ambientes Interiores*. Thomson Editores, Espanha, 307 pps.

Massey, D., Kulshrestha, A., Masih, J., Taneja, A. (2012). Seasonal trends of PM10, PM5.0, PM2.5 & PM1.0 in indoor and outdoor environments of residential homes located in North-Central India. *Building and Environment*. 47: 223 – 231.

Mateus, V. L., Monteiro, I. L. G., Rocha, R. C. C., Saint’Pierre, T. D., Gioda, A. (2013). Study of the chemical composition of particulate matter from the Rio de Janeiro metropolitan region, Brazil, by inductively coupled plasma-mass spectrometry and optical emission spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B*.

Matos, J. Brantes, J. Cunha, A, 2010. “Qualidade do Ar em Espaços Interiores – Um Guia Técnico” Edição: Agência Portuguesa do Ambiente (APA) APA; DGS; IGAMAOT, (Agencia Portuguesa do Ambiente, Direção Geral de Saúde, e Inspeção Geral da Agricultura do Mar da Agricultura e do Ordenamento do Território (2015) Metodologias de Avaliação da Qualidade do Ar Interior em edifícios de comércio e serviços no âmbito da Portaria 353-A/2013, de 4 de Dezembro, (QAI_1.0).

Método da Organização Mundial de Saúde de 1997. *Microscopia Ótica de Contraste de Fase*

NIOSH National Institute of Occupational Safety and Health, disponível em www.cdc.gov/niosh/, acessado a 19 de Fevereiro de 2015.

Olesen, B; Wargocksi, P., 2008 “Indoor 2008 - The 11th International Conference on Indoor Air Quality and Climate – Programme”
OMS (Organização Mundial de Saúde) (1997) Microscopia Ótica de Contraste de Fase.

OSHA Occupational Safety and Health Administration, disponível em, <https://www.osha.gov/> acessado a 23 de Fevereiro de 2015.

Pegas, P.N., Evtugina, M.G., Alves, C.A., Nunes, T., Cerqueira, M., Franchi, M. & Pio, C.A. (2010). Outdoor/Indoor Air quality in primary schools in Lisbon: a preliminary study. *Química Nova*, 33 (5), 1145---1149.

Planos Nacionais de Ambiente e Saúde (PNAAS), (1997)

Portaria nº 349-A/2013, de 29 de Novembro. Diário da República – I- Série, Ministério Do Ambiente Ordenamento Do Território E Energia.

Portaria nº 353-A/2013, de 4 de Dezembro. Diário da República – I- Série, Ministério Do Ambiente Ordenamento Do Território E Energia.

Portaria nº 115/2015, de 24 de Abril. Diário da República – I- Série, Ministério Do Ambiente Ordenamento Do Território E Energia.

Processo Ambiente e Saúde da Organização Mundial de Saúde, (1989)

Ramos, C., Dias C., Paixao, E., Cano, M., & Proenca, M. (2008). Qualidade do ar interior em edifícios de Escritorios E Servicos. *Climatização*, 62---72.

Reger, D., Mercer, E, 1997. “Química: Princípios e Aplicações” pag. 1009. Edição: Fundação Calouste Gulbenkian.

Relacre (2007), Guia da Relacre 6 - Acreditação de Laboratórios de Ensaios Microbiológicos.

Relatório de Brundtland 1987 <http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues> acessado a 24 de Fevereiro de 2015.

Resolução do Conselho de Ministros nº 91/2008 de 4 de Junho, Diário da República, 1.ª série — N.º 107.

RUBSTEIN, I.; REISS, T. F.; BIGBY, B. G.; STITES, D. P. & BOUSHEY, H. A., 1991. Effects of 0,60 ppm nitrogen dioxide on circulating and bronchoalveolar lavage lymphocyte phenotypes in health subjects. *Environmental Research*, 55:18-30.
Sá, M.E. (2008). Previsão da exposição humana à poluição atmosférica a nível nacional, Universidade de Aveiro, Portugal.

Salthammer, T. (2011). Critical evaluation of approaches in setting indoor air quality guidelines and reference values. *Chemosphere*. 82: 1507 – 1517.

Santamouris, M., Synnefa, A., Assimakopoulos, M., Livada, I., Pavlou, K., Papaglastra, M., Gaitani, N., Kolokotsa, D. e Assimakopoulos V. (2008). Experimental investigation of the air flow and indoor carbon dioxide concentration in classrooms with intermittent natural ventilation. *Energy and Buildings*. 40: 1833- 1843.

Santos, C.J., (2010). “Avaliação da qualidade do ar interior em Jardins- de- infância” Dissertação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais.

Sousa, P.A., Mello, W.Z., Mariani, R.L., Sella, S.M, Caracterização do material particulado fino e grosso e a composição da fracção inorgânica solúvel em água em São José dos Campos (SP) *Química Nova*, v.33., n. 6., p. 1247-1253, 2010

Sousa, S.I., Alvim---Ferraz, M.C., Martins, F.G. & Pereira, M.C. (2009). Ozone exposure and its influence on the worsening of childhood asthma. *Allergy*, 64(7), 1046---1055.

Spengler, J.D.; Samet, J.M; McCarthy, J.F, 2000. “Indoor Air Quality Handbook” Editors McGraw-Hill Stetzenbach, L.D., Buttner, M.P. e Cruz, P. 2004. Detection and enumeration of airborne biocontaminants. *Current Opinion in Biotechnology* **15**:170–174.

Stetzenbach, L. D., Buttner, M. P. & Cruz, P. 2004. Detection and Exposure assessment and analysis for biological agents 207 *Grana* 43 (2004) Downloaded by [188.80.87.141] at 08:27 20 July 2015 enumeration of airborne biocontaminants. – *Curr. Opin. Biotechnol.* 15: 170 – 174

United States Environmental Protection Agency. (2010). *Managing Asthma in the School Environment: Indoor AirQuality Tools for Schools* (EPA 402---K---10---004). Disponível em <http://www.epa.gov/iaq/schools>. Acedido a 28 de março de 2015

Valente, J.F. (2011). *Modelação da qualidade do ar e da saúde humana da meso escala à dose*. Universidade de Aveiro, Portugal.

Wallace, A. L., EPA/600/6-87/002^a *The Total Exposure Assesment Methodology (TEAM) Study* (1980) acedido a 24 de Fevereiro de 2015.

World Health Organization (2003). *Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*, disponível em www.euro.who.int, acedido a 28 de Março de 2015.

World Health Organization. (2010a). *Who guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. Disponível em <http://www.who.int/phe/health topics/outdoorair agg/en/>., acedido a 24 de Fevereiro de 2015

World Health Organization. (2008b). *Programmes and projects: indoor air pollution*. disponível em <http://www.who.int/indoorair/en/>., acedido a 25 de Fevereiro de 2015.
Wolkoff, P. e Nielsen, G. D. (2010). Non-cancer effects of formaldehyde and relevance for setting an indoor air guideline. *Environment International*. 36: 788–799.

Wong, S. Lai, L. Ho, D. Chau, K. Lamb, C. Hung-Fai, C, 2009. "Sick building syndrome and perceived indoor environmental quality: A survey of apartment buildings in Hong Kong Elsevier Habitat International 33 (2009) 463-4.

