



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Bioconstrução **Edifícios - Ambiente Interior e Saúde**

Tiago Santos Freire

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil
(Ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha

Covilhã, outubro de 2014

Dedicatória

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida

Aos meus pais e à minha irmã Inês,
pelo apoio, encorajamento, amor e
pelos ensinamentos que formaram os
alicerces da minha história.

Aos meus amigos, por todo o
apoio, compreensão e pela
companhia ao longo da trajetória que me
levou à concretização deste sonho.

Agradecimentos

Esta tese só foi possível graças à contribuição e apoio de algumas pessoas, às quais exprimo a minha sincera gratidão:

- Ao Professor Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha, orientador de mestrado, por toda a orientação pessoal e científica durante este trabalho, pelo tempo despendido para o meu acompanhamento, pela disponibilidade e generosidade reveladas ao longo destes anos, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes à concretização desta dissertação.
- Ao Sr. Albino Alves, pela disponibilidade e ajuda prestadas no decorrer dos ensaios e medições que foram realizadas neste trabalho.
- Ao Laboratório de Saúde na Edificação da Universidade da Beira Interior (LABSED) pela disponibilização do equipamento.
- Aos meus amigos, pelo apoio incondicional, incentivo e amizade que sempre me dedicaram durante a realização deste trabalho e que contribuíram de forma fundamental para que este objetivo fosse concretizado.
- À minha família pela formação que me permitiu ter. Pela paciência e incentivo demonstrado durante este longo caminho percorrido até chegar aqui. O carinho, a compreensão e o encorajamento manifestados foram essenciais.
- A todos os colegas da UBI agradeço o apoio, palavras de incentivo constantes, carinho e amizade, pela oportunidade de crescimento académico e também pessoal.

Obrigado!

Resumo

Sob o título “Bioconstrução - Edifícios - Ambiente Interior e Saúde”, este trabalho tem como centro de pesquisa as condições ideais para uma habitação saudável, abordando os conceitos de qualidade do ar interior, a energia, os materiais, os equipamentos, a forma construtiva e a sua relação com a saúde.

O recente e rápido desenvolvimento da indústria da construção, a mutação constante das famílias atuais, a organização da atual sociedade associada à criação de lugares públicos para formação (infantários e escolas) e cuidados dedicados à terceira idade (lares de idosos) devido à necessidade de toda a família ativa ter rendimentos, a crise financeira e económica mundial, as necessidades mais exigentes de conforto ambiental dos edifícios, são premissas fundamentais para a realização deste trabalho. A abordagem de conceitos relativos à qualidade do ar interior, ambiente interior, conforto térmico, acústico e visual, sustentabilidade energética dos edifícios e saúde são igualmente fundamentais. A utilização adequada das soluções construtivas e equipamentos mais eficientes dotam os edifícios de sustentabilidade energética, aumentando o conforto e diminuindo os sintomas de doença dos seus ocupantes.

Assente numa identificação de todos estes conceitos e na análise dos dados recolhidos, apresentam-se algumas conclusões identificativas dos problemas de conforto do ambiente interior dos edifícios e sua relação com a saúde dos seus ocupantes. O conforto é um parâmetro muito complexo e de quantificação difícil porque depende não só de diversos parâmetros externos, mas também da sensibilidade e tipo de reações dos indivíduos, do seu comportamento e atividade.

Este trabalho procura demonstrar que existem condições para a melhoria da saúde dos ocupantes dos edifícios, quando os intervenientes no projeto, construção e manutenção, arquiteto, engenheiro, etc., agem de forma a proporcionar sustentabilidade e conforto ambiental interior através da implementação de medidas e soluções de eficiência energética, acústica e visual.

No final identificam-se alguns dos problemas detetados em três edifícios distintos e apresentam-se comparações entre aspetos construtivos e diferentes utilizações. Também são propostas algumas sugestões para a sua melhor utilização.

Palavras-chave

Bioconstrução, Habitação Saudável, Saúde, Qualidade do Ar Interior, Sustentabilidade energética.

Abstract

Under the title “Bioconstruction - Buildings - Indoor Environment and Health”, this work has as the center of the research the ideal conditions for a healthy housing, addressing the concepts of indoor air quality, energy, materials, equipment, constructive aspects and its relationship to health.

The recent and rapid development of the construction industry, the constant changes of the current families composition, the organization of the new society associated with the creation of public places for education (kindergarens and schools) and dedicated care for the elderly (nursing homes) due to the need of all active family members have income, the global financial and economic crisis, the most demanding needs of environmental comfort in buildings are key assumptions for this work. The approach of concepts relating to indoor air quality, and environment thermal, acoustic and visual comfort, energetic sustainability and health of the building, are also crucial. Proper use of more efficient equipment and constructive solutions provide buildings with energy sustainability, increasing comfort and reducing the symptoms of disease of its occupants.

Based on an identification of all of these concepts and the analysis of collected data, we present some identifiable conclusions of the problems of comfort in the indoor environment of buildings and their relationship to the health of its occupants. Comfort is a very complex and difficult parameter to quantify because it depends not only on various external parameters, but also of the sensitivity and kind of individuals reactions, behaviour and activity.

This dissertation seeks to demonstrate that the conditions for improving the health of occupants of buildings exist, when the participants in the project, construction and maintenance, architect, engineer, etc. acts to provide sustainability and indoor environmental comfort through the implementation of policies and solutions of energetic, accoustic and visual efficiency.

In the end it is identified some of the problems detected in three separate buildings and are presented comparisons between constructively aspects and different uses, also some suggestions are proposed for the better use.

Keywords

Bioconstruction, Healthy Housing, Health, Indoor Air Quality, Energy Sustainability.

Índice

1 	Introdução	1
1.1	Apresentação do Problema	3
1.2	Objetivos e Metodologia	5
1.3	Estrutura da Dissertação	7
2 	Investigação Habitacional	9
2.1	Casa e Evolução Histórica	11
2.2	Qualidade na Habitação	19
2.3	Ecossistema Urbano	25
2.4	Construção e Saúde	27
2.5	Evolução da Bioconstrução	29
2.6	Regulamentação Existente	31
3 	Qualidade do Ambiente Interior e Saúde	37
3.1	Qualidade do Ambiente Interior	39
3.1.1	Qualidade do Ar Interior	40
3.1.2	Conforto Térmico	51
3.1.3	Conforto Acústico	53
3.1.4	Conforto Visual	55
3.2	Relação entre patologias na construção e efeitos na saúde	59
3.3	Método Inglês	63
4 	Caso de Estudo	73
4.1	Metodologia	75
4.2	Regulamentação de Lares de Idosos e Infantários	77
4.3	Caracterização dos Edifícios	79
4.3.1	Localização e Identificação	79
4.3.2	Caracterização dos espaços	85
4.3.3	Sistema de produção de águas quentes	99
4.3.4	Sistema de climatização	99
4.3.5	Ventilação	99
4.3.6	Iluminação	100
4.3.7	Manutenção	100
4.4	Descrição do método	101
4.5	Equipamentos de medição	113
4.6	Análise de resultados	117
4.6.1	Lar de Idosos	117
4.6.2	Infantário 1	142
4.6.3	Infantário 2	156
5 	Conclusões	179
5.1	Considerações Finais	181

5.2	Sugestão para trabalhos futuros	185
	Bibliografia	189

Lista de Figuras

Figura 1-1 - Exemplos de aproveitamento de matérias-primas [1] [2]	3
Figura 2-1 - Gruta de Le Lazaret em Nice, com mais de 300 000 anos	11
Figura 2-2 - Tendões à 15 000 anos, nas zonas frias do norte europeu	12
Figura 2-3 - Habitações de forma retangular, à cerca de 6 000 anos a.C.	12
Figura 2-4 - Casas circulares, Khirokitia (Chipre), 6 000 anos a.C.	13
Figura 2-5 - Exemplo de uma Palafita	13
Figura 2-6 - Exemplo de uma casa romana	14
Figura 2-7 - Casas de apartamento, séc. III, Roma	14
Figura 2-8 - Casas em adobe, América do Sul	15
Figura 2-9 - Casas e castelos na Idade Média	16
Figura 2-10 - Revolução industrial, Londres	16
Figura 2-11 - Nova Iorque, séc. XXI	17
Figura 2-12 - Densidade de ocupantes neste tipo de edifícios [8] [9]	22
Figura 2-13 - Exemplo de poluentes e desperdícios nos meios urbanos [11]	25
Figura 2-14 - Utilização de energias renováveis em habitação [12] [13]	26
Figura 2-15 - Rua de Londres durante a revolução industrial	27
Figura 2-16 - Evolução da Bioconstrução [17] [18]	30
Figura 2-17 - Evolução legislativa em Portugal [26]	34
Figura 3-1 - Esquema sobre Qualidade do Ambiente Interior	39
Figura 3-2 - Classificação dos aparelhos em função do tipo de exaustão [31]	41
Figura 3-3 - Infiltração do radão em edifícios	49
Figura 3-4 - Demonstração de valores de conforto térmico, Projeto QUAMIS [29]	51
Figura 3-5 - Relação entre níveis de ruído e bem-estar, adaptado de [29]	54
Figura 3-6 - Iluminação comercial de loja [41]	56
Figura 3-7 - Iluminação de sala de estar [41]	56
Figura 4-1 - Localização dos edifícios; Lar de Idosos (A), Infantário 1 (B), Infantário 2 (C)	79
Figura 4-2 - Alçado principal do Lar de idosos	81
Figura 4-3 - Alçado principal do Lar de idosos	81
Figura 4-4 - Alçado principal do Infantário 1	82
Figura 4-5 - Alçado principal do Infantário 2	83
Figura 4-6 - Alçado posterior do Infantário 2	83
Figura 4-7 - Sala de convívio do Lar de idosos	85
Figura 4-8 - Sala de convívio do Lar de idosos	86
Figura 4-9 - Refeitório do Lar de idosos	87
Figura 4-10 - Refeitório do Lar de idosos	87
Figura 4-11 - Quarto triplo do Lar de idosos	88
Figura 4-12 - Quarto triplo do Lar de idosos	89

Figura 4-13 - Sala de atividades do Infantário 1	90
Figura 4-14 - Sala de atividades do Infantário 1	90
Figura 4-15 - Refeitório do Infantário 1	91
Figura 4-16 - Dormitório do Infantário 1	92
Figura 4-17 - Dormitório do Infantário 1	92
Figura 4-18 - Sala de atividades do Infantário 2	93
Figura 4-19 - Sala de atividades do Infantário 2	94
Figura 4-20 - Sala de atividades do Infantário 2	94
Figura 4-21 - Refeitório do Infantário 2	95
Figura 4-22 - Refeitório do Infantário 2	96
Figura 4-23 - Berçário do Infantário 2	97
Figura 4-24 - Berçário do Infantário 2	97
Figura 4-25 - Planta do Quarto e Sala de convívio do Lar de idosos	104
Figura 4-26 - Planta do Refeitório do Lar de idosos	105
Figura 4-27 - Planta da Sala de atividades do Infantário 1	106
Figura 4-28 - Planta do Refeitório do Infantário 1	107
Figura 4-29 - Planta do Dormitório do Infantário 1	108
Figura 4-30 - Planta da Sala de atividades do Infantário 2	109
Figura 4-31 - Planta do Refeitório do Infantário 2	110
Figura 4-32 - Planta do Berçário do Infantário 2	111
Figura 4-33 - Sonda de temperatura e humidade relativa Extech RH520	113
Figura 4-34 - Sonda multifunções VelociCalc 9565	114
Figura 4-35 - Sonda de medição de COV's Photovac 2020ppbPRO	114
Figura 4-36 - Equipamento de medição de HCOH Formaldemeter htV-M	115
Figura 4-37 - Luxímetro Testo 540	115
Figura 4-38 - Sonda Extech RH520 na Sala de Convívio do Lar de Idosos	117
Figura 4-39 - Utilização das sondas de medição de COV's	123
Figura 4-40 - Utilização da sonda Photovac 2020ppbPRO no quarto	123
Figura 4-41 - Formaldemeter htV-M exibindo uma leitura de concentração HCOH	137
Figura 4-42 - Utilização do equipamento de medição de HCOH	137
Figura 4-43 - Luxímetro exibindo uma leitura em lux	140
Figura 4-44 - Utilização do luxímetro	140

Lista de Tabelas

Tabela 3-1 - Principais fontes de origem [33]	44
Tabela 3-2 - Concentrações máximas de referência [33]	45
Tabela 3-3 - Efeitos na saúde por exposição a formaldeído	47
Tabela 3-4 - Valores limites segundo Seifert B. (1990)	48
Tabela 3-5 - Intensidade da atividade metabólica em função do tipo de atividade humana [40]	52
Tabela 3-6 - Efeito de isolamento proporcionado pelos tipos de vestuário, McCullough and Jones, 1984	52
Tabela 3-7 - Relação entre fontes sonoras e nível de ruído [29]	53
Tabela 4-1 - Parâmetros climáticos do concelho da Covilhã e dos edifícios	80
Tabela 4-2 - Parâmetros em análise segundo o SCE (D.L. 118/2013)	101
Tabela 4-3 - Parâmetros e concentrações máximas permitidas pelo SCE (D.L. 118/2013) [33]	101
Tabela 4-4 - Número mínimo de pontos de análise por compartimento	102
Tabela 4-5 - Período de medições por local	103
Tabela 4-6 - Resultados das medições de concentrações de formaldeído no Lar de idosos	138
Tabela 4-7 - Resultados das medições de luminosidade no Lar de idosos	141
Tabela 4-8 - Resultados das medições de concentrações de formaldeído no Infantário 1	154
Tabela 4-9 - Resultados das medições de luminosidade no Infantário 1	155
Tabela 4-10 - Resultados das medições de concentrações de formaldeído no Infantário 2	173
Tabela 4-11 - Resultados das medições de luminosidade no Infantário 2	175
Tabela 4-12 - Classificação dos espaços conforme os resultados obtidos	177

Lista de Gráficos

Gráfico 4-1 - Registos de temperatura e humidade na sala de convívio do Lar de Idosos	118
Gráfico 4-2 - Registos de temperatura e humidade no refeitório do Lar de Idosos	119
Gráfico 4-3 - Registos de temperatura e humidade no quarto triplo do Lar de Idosos	120
Gráfico 4-4 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Fevereiro de 2014	121
Gráfico 4-5 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Março de 2014	121
Gráfico 4-6 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Abril de 2014	121
Gráfico 4-7 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	124
Gráfico 4-8 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	124
Gráfico 4-9 - Medições de COV's no ponto 3 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	125
Gráfico 4-10 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	125
Gráfico 4-11 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	126
Gráfico 4-12 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	126
Gráfico 4-13 - Medições de COV's no ponto 1 do Quarto triplo do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO	127
Gráfico 4-14 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	127
Gráfico 4-15 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	128
Gráfico 4-16 - Medições de COV's no ponto 3 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda Velocicalc 9565	128
Gráfico 4-17 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9865	129
Gráfico 4-18 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	129
Gráfico 4-19 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	130
Gráfico 4-20 - Medições de COV's no ponto 1 do Quarto do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	130
Gráfico 4-21 - Medições de CO ₂ no ponto 1 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	132

Gráfico 4-22 - Medições de CO ₂ no ponto 2 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	132
Gráfico 4-23 - Medições de CO ₂ no ponto 3 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	133
Gráfico 4-24 - Medições de CO ₂ no ponto 1 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	133
Gráfico 4-25 - Medições de CO ₂ no ponto 2 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	134
Gráfico 4-26 - Medições de CO ₂ no ponto 3 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	134
Gráfico 4-27 - Medições de CO ₂ no Quarto triplo do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565	135
Gráfico 4-28 - Registos de temperatura e humidade na sala de atividades do Infantário 1	143
Gráfico 4-29 - Registos de temperatura e humidade no refeitório do Infantário 1	144
Gráfico 4-30 - Registos de temperatura e humidade no dormitório do Infantário 1	145
Gráfico 4-31 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Março de 2014	146
Gráfico 4-32 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Abril de 2014	146
Gráfico 4-33 - Medições de COV's na Sala de atividades do Infantário 1 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	148
Gráfico 4-34 - Medições de COV's no Refeitório do Infantário 1 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	148
Gráfico 4-35 - Medições de COV's no Dormitório do Infantário 1 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	149
Gráfico 4-36 - Medições de COV's na Sala de atividades do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565	149
Gráfico 4-37 - Medições de COV's no Refeitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565	150
Gráfico 4-38 - Medições de COV's no Dormitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565	150
Gráfico 4-39 - Medições de CO ₂ na Sala de atividades do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565	152
Gráfico 4-40 - Medições de CO ₂ no Refeitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565	152
Gráfico 4-41 - Medições de CO ₂ no Dormitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565	153
Gráfico 4-42 - Registos de temperatura e humidade na sala de atividades do Infantário 2	157
Gráfico 4-43 - Registos de temperatura e humidade no refeitório do Infantário 2	158
Gráfico 4-44 - Registos de temperatura e humidade no berçário do Infantário 2	159
Gráfico 4-45 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Abril de 2014	160
Gráfico 4-46 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Maio de 2014	160
Gráfico 4-47 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de atividades do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	162

Gráfico 4-48 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de atividades do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	162
Gráfico 4-49 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	163
Gráfico 4-50 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	163
Gráfico 4-51 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	164
Gráfico 4-52 - Medições de COV's no Berçário do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO	164
Gráfico 4-53 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de atividades do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	165
Gráfico 4-54 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de atividades do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	165
Gráfico 4-55 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	166
Gráfico 4-56 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	166
Gráfico 4-57 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	167
Gráfico 4-58 - Medições de COV's no Berçário do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	167
Gráfico 4-59 - Medições de CO ₂ no ponto 1 da Sala de atividades do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	169
Gráfico 4-60 - Medições de CO ₂ no ponto 2 da Sala de atividades do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	169
Gráfico 4-61 - Medições de CO ₂ no ponto 1 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	170
Gráfico 4-62 - Medições de CO ₂ no ponto 2 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	170
Gráfico 4-63 - Medições de CO ₂ no ponto 3 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	171
Gráfico 4-64 - Medições de CO ₂ no Berçário do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565	171

Lista de Acrónimos

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
COVT	Compostos Orgânicos Voláteis Totais
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
HVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
IARC	International Agency for Research on Cancer
LABSED	Laboratório de Saúde na Edificação da Universidade da Beira Interior
OMS	Organização Mundial de Saúde
QAI	Qualidade do Ar Interior
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RGEU	Regulamento Geral de Edificações Urbanas
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios
SED	Síndrome do Edifício Doente
UBI	Universidade da Beira Interior

Lista de Unidades

°C	Grau Celsius
Bq	Becquerel
clo	Isolamento proporcionado pelo vestuário
dB	Decibel
g	Gramma
K	Kelvin
L	Litro
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
met	Intensidade da atividade física realizada
mg	Miligramma
min	Minuto
ppb	Fração molar em partes por bilião
ppm	Fração molar em partes por milhão
s	Segundo
UFC	Unidades Formadoras de Colónias
W	Watt
µg	Microgramma
µm	Micrómetro (mícron)

1 | Introdução

*“ O estudo é a valorização da mente ao serviço da felicidade humana. ”
François Guizot*

1 | Introdução

1.1 Apresentação do Problema

1.2 Objetivos e Metodologia

1.3 Estrutura da Dissertação

1.1 Apresentação do Problema

Princípios de sustentabilidade cada vez mais orientam a construção civil, considerado um dos sectores que causa mais impactos no meio ambiente devido ao alto consumo de materiais, energia e geração de resíduos. As empresas têm investido na chamada responsabilidade ambiental e muitas delas encontram-se a especializar-se em **bioconstrução**, uma modalidade da arquitetura, engenharia e da construção civil cujo princípio é reunir tecnologias milenares e inovadoras tecnologicamente por forma a garantir a sustentabilidade não só do processo construtivo mas também do período pós-ocupação de casas e apartamentos.

Alguns exemplos concretos de práticas de sustentabilidade são o uso de matérias-primas, recicladas ou naturais, disponíveis no local da obra; gestão e economia de água tais como reuso ou aproveitamento da água da chuva; fontes alternativas de energia como aquecimento solar ou energia eólica; recolha seletiva e reciclagem de lixo; técnicas construtivas baseadas na utilização do barro, palha ou bambu.



Figura 1-1 - Exemplos de aproveitamento de matérias-primas [1] [2]

A bioconstrução abrange uma série de tecnologias e aspetos como a viabilidade ecológica, económica e social da sua aplicação que dependem, principalmente, da avaliação do local da obra. A bioconstrução tira também partido das técnicas passivas para aquecimento e arrefecimento, através da correta orientação do edifício, das áreas envidraçadas, da inércia térmica, dos sombreamentos nos meses quentes, da ventilação natural, etc.

Associados à gestão eficaz dos recursos e à utilização de materiais de baixo impacto ambiental, outros aspetos estão relacionados com a bioconstrução. Por exemplo, a construção de espaços públicos que favoreçam as relações de vizinhança, a mobilidade, a segurança, a beleza, o aproveitamento eficaz das qualidades naturais do lugar, o desenho arquitetónico energeticamente saudável inspirado em formas orgânicas e em geometria sagrada, a ocupação ética do solo e a minimização da sua impermeabilização, a autossuficiência local ao nível de energia, economia e produção alimentar biológica, a proteção contra o ruído, a qualidade do ar interior, a minimização da contaminação eletromagnética, etc.

Pretende-se neste trabalho demonstrar a influência de alguns dos aspetos supracitados que afetam a saúde dos ocupantes, em três edifícios existentes e em funcionamento.

1.2 Objetivos e Metodologia

O presente estudo baseia-se num conjunto de preocupações construtivas e ambientais relacionadas com a saúde dos ocupantes de espaços públicos interiores, conhecimentos e recolha de dados em diversos espaços de ocupação pública, adquiridas não só a partir de investigação e estudo, dos trabalhos de projeto, mas também, através de diversos contactos com espaços públicos interiores de lares de Idosos e crianças (creches e jardins de infância na cidade de Covilhã).

Tentou-se que a abordagem ao tema fosse significativa e esclarecedora. Procurou-se usar um discurso claro e conciso, e tentou-se reunir no mesmo estudo, a caracterização dos espaços, a identificação dos diversos conceitos de análise da qualidade da habitação, os riscos para a saúde dos seus ocupantes, a identificação dos ensaios realizados e resultados obtidos, assim como, novas preocupações na elaboração dos projetos de engenharia.

Pretendeu-se provar que com a adoção de diversas soluções construtivas projetamos os espaços públicos interiores com maior conforto ambiental. Este conforto está cada vez mais presente na nossa sociedade e noutras culturas por necessidade.

Desejou-se que este estudo fosse mais do que um simples somatório de folhas. Pretendeu-se que fosse um ponto de consulta e reflexão. A metodologia adotada parte de um conjunto abrangente e teórico, para posterior aplicação de conhecimentos.

Procura-se, com a adoção de diversos conceitos relacionados com a qualidade ambiental de um espaço público interior, projetar, tanto hoje, como a médio e longo prazo, espaços que respondam às procuras emergentes e que acompanhem a evolução da sociedade nas exigências da saúde. Procura-se estudar a capacidade de adaptação do espaço público interior e uso de materiais tecnologicamente evoluídos, garantindo a qualidade ambiental dos mesmos a qualquer ser humano nos níveis máximos de saúde e conforto.

É neste sentido, que se pretende investigar e clarificar os valores e conceitos importantes que interferem na qualidade ambiental dos espaços públicos, associando a uma maior polivalência e versatilidade aos modos de vida dos utentes.

Pretende-se, então, abordar a temática numa vertente marcadamente mais prática e técnica, realizando medições, *in situ*, e apresentando resultados e análises de valores recolhidos em diversos ambientes e com diferentes ocupações.

Espera-se contribuir para clarificar a importância destes parâmetros no dimensionamento e utilização destes espaços, definir objetivos de qualidade ambiental a atingir e desenvolver recomendações para a concretização dos objetivos.

Esta informação técnica será utilizada para conceber espaços residenciais mais adequados às necessidades presentes e futuras dos utilizadores. A aplicação de resultados deste estudo poderá contribuir para um melhor entendimento dos desafios que se colocam essencialmente no terceiro setor¹, um aumento da satisfação dos seus utentes e uma redução dos impactos ambientais.

Em conclusão, pretende-se contribuir para o desenvolvimento e maximização da qualidade ambiental residencial pública, que assegure boas condições de vida e de conforto hoje e nos anos vindouros.

¹ Terceiro setor é uma terminologia sociológica que dá significado a todas as iniciativas privadas de utilidade pública com origem na sociedade civil

1.3 Estrutura da Dissertação

O **Capítulo 1**, intitulado de Introdução, procura explicar ao leitor a estrutura do trabalho, bem como a sua composição. Não obstante, não se resume a apresentar o trabalho, mas parte para uma explicação do fundamento do título deste trabalho "Bioconstrução - Edifícios - Ambiente Interior e Saúde".

A primeira ação do estudo, **Capítulo 2**, consiste na investigação habitacional de raiz técnica, ou seja, na definição dos parâmetros da qualidade ambiental, ecossistemas urbanos, construção e saúde, evolução da bioconstrução e limitações da regulamentação em vigor.

Foram consultados diversos Planos de Ação da Direção Geral da Saúde, leitura de recomendações na conceção de espaços de utilização pública, a constatação de factos históricos narrativos da saúde pública resultantes da fraca qualidade ambiental dos espaços e também o registo pontual da legislação em vigor relacionada com os espaços públicos. Partindo destas fontes bibliográficas, entre outras, foram articuladas muitas das ideias nelas implícitas, apropriando-se aos objetivos específicos do presente documento.

O **Capítulo 3** consiste na análise dos parâmetros definidores da qualidade do ambiente interior e saúde. Pretende-se descrever e caracterizar a qualidade do ambiente interior, do ar interior, conforto térmico, acústico e visual. Pretende-se, questionar a relação das diversas patologias com a saúde pública utilizando diversos métodos e ensaios.

A partir deste ponto pode-se dizer que finalizamos uma parte do estudo mais teórica e continuamos no **Capítulo 4** com uma abordagem mais técnica, objetiva e matemática, descrevendo os objetos de estudo e apresentando a metodologia, os equipamentos e os resultados das medições realizadas.

O **Capítulo 5** apresenta algumas conclusões. É o somatório de todos os conceitos e à análise de todos os valores, baseados na recolha de dados dos casos práticos apontados. A evolução dos materiais de construção civil, assim como, a mutação das doenças nos seres humanos, obriga que este tema seja sempre objeto de análise continua e estudo com parametrização de valores que influem nos espaços públicos.

Tentámos demonstrar uma nova perspetiva e forma de abordar a qualidade ambiental e sua relação a saúde. Equacionamos diversos parâmetros fundamentais que influenciam a qualidade ambiental dos espaços públicos. As notas finais explicam que este estudo pode ser o início de uma nova investigação, ou de uma nova forma de projetar, se assim se pode chamar.

As notas bibliográficas foram colocadas no final do documento, conforme as Normas de Formatação de Teses de Mestrado da Universidade da Beira Interior.

Nota: O documento encontra-se escrito conforme o novo acordo ortográfico.

2 | Investigação Habitacional

*“ As casas são construídas para que se viva nelas, não para serem olhadas. ”
Francis Bacon*

2 | Investigação Habitacional

2.1 Casa e Evolução Histórica

2.2 Qualidade na Habitação

2.3 Ecossistema Urbano

2.4 Construção e Saúde

2.5 Evolução da Bioconstrução

2.6 Regulamentação Existente

2.1 Casa e Evolução Histórica

“Desde sempre o Homem sentiu a necessidade de criar um abrigo contra os perigos, como qualquer outro animal. Mas, enquanto os animais construíam sempre o mesmo tipo de abrigo com os mesmos materiais, o Homem foi aperfeiçoando a sua habitação com materiais e técnicas diversas, sempre de acordo com os meios disponíveis e o tipo de vida que levava, sedentário ou nómada.” [3]

O espaço habitável a que o Homem chama “casa” teve uma evolução com o passar dos tempos. No início, o homem abrigava-se em abrigos naturais como cavernas e grutas, estes abrigos tinham alguns inconvenientes porque eram fixos e por vezes mal situados. Durante o Paleolítico abrigou-se em grutas de onde expulsou os animais, protegendo a entrada com uma fogueira. Já no Paleolítico Superior construiu cabanas dentro das próprias grutas.



Figura 2-1 - Gruta de Le Lazaret em Nice, com mais de 300 000 anos

Como o homem era nómada e esses abrigos nem sempre estavam disponíveis começou a construir abrigos artificiais com madeira, ramos de árvores e todo o tipo de materiais que tinha disponíveis na altura e no ambiente. Aparecem assim as primeiras tendas que eram feitas de peles de animais cosidas entre si, estendidas sobre uma armação de madeira ou de ossos de grandes animais.

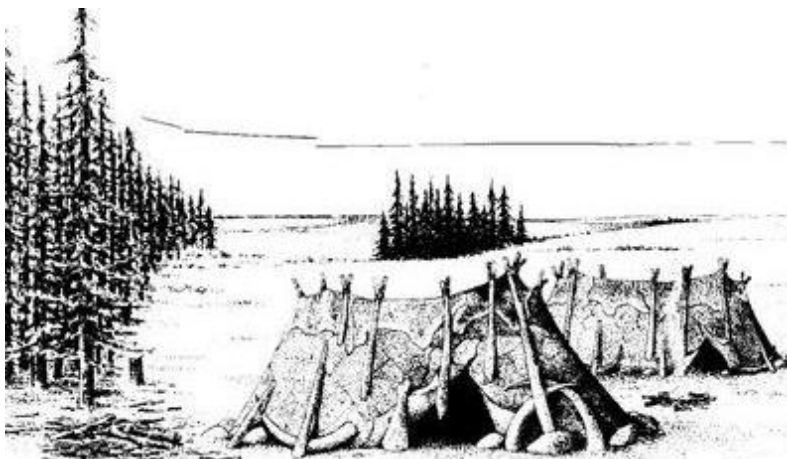


Figura 2-2 - Tendas à 15 000 anos, nas zonas frias do norte europeu

Com o evoluir dos tempos o homem começou a melhorar as técnicas e os utensílios, o que permitiu uma melhor construção, que era melhor dominada por certos grupos. Estes grupos foram-se apercebendo e adquirindo uma noção de planeamento e arquitetura em função das atividades económicas, do género de vida e dos padrões culturais que existiam naquele tempo.

Este tipo de habitação era muito influenciada pela geografia onde se encontrava porque os habitantes tinham um contacto direto com a natureza, aproveitando todo o tipo de materiais que lhes era facultado por esta. As mais simples utilizavam materiais vegetais praticamente como eram encontrados, sem os trabalharem, eram constituídas por troncos e ramos de árvores entrelaçados e amarrados por fios, forrados ou não com barro ou folhas, as coberturas eram feitas de palha, folhas ou, nas zonas mais evoluídas, telha. Esta habitação não servia apenas de abrigo mas também era local de trabalho e de armazenamento de produtos ou animais. Durante o Neolítico apareceram as habitações de forma retangular em pedra polida e barro, com paredes em argila, aplicada sobre estruturas de madeira. Casas de um só compartimento, tendo por vezes, um alpendre. Eram sempre cobertas de colmo com coberturas de duas águas.

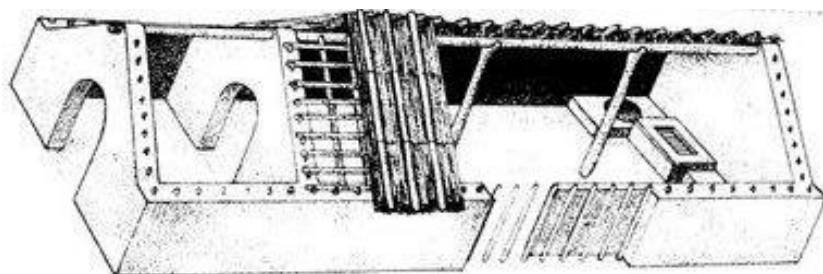


Figura 2-3 - Habitações de forma retangular, à cerca de 6 000 anos a.C.

Imitando as cabanas primitivas, encontramos as casas com base circular em pedra calcária com paredes de lama seca ou tijolo cru, que terminavam em cúpula, fazendo lembrar as cabanas circulares.

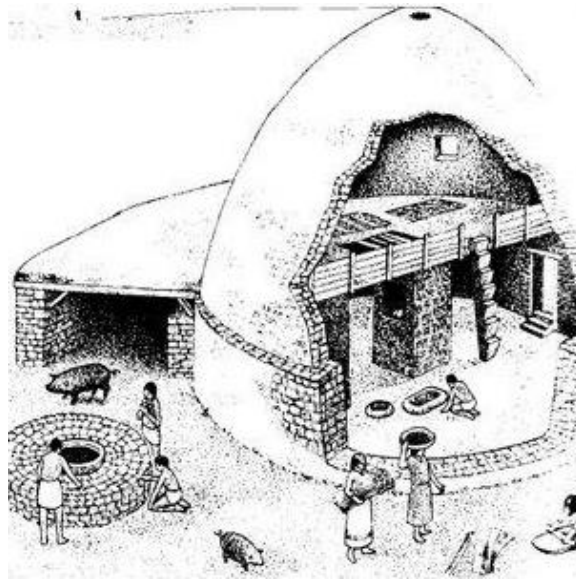


Figura 2-4 - Casas circulares, Khirokitia (Chipre), 6 000 anos a. C.

O homem do Neolítico que vivia junto aos rios, lagos e pântanos construía as palafitas, que eram cabanas que estavam ligadas a terra firme por um passadiço. Feitas de madeira, suportadas por estacas e estavam cobertas de materiais vegetal, sendo uma proteção e facilitando a pesca.



Figura 2-5 - Exemplo de uma Palafita

As casas de pedra existiram em todos os continentes, embora fossem mais predominantes na zona europeia em volta do mediterrâneo, isto deve-se à geografia e disponibilidade de materiais, não é por acaso que no nosso país existe grande quantidade de habitações em pedra.

Ao longo dos séculos foram evoluindo os materiais disponíveis e as técnicas de construção, uma prova dessa evolução foi o aparecimento das casas romanas, que já ofereciam algum conforto. O centro da casa, chamada de “atrium”, era uma espécie de pátio a céu aberto, pavimentado e com um lago central. Em redor existiam salas, galerias e salas de banho privado. O chão era

em mármore ou mosaico, as paredes exibiam pinturas e as portas eram de correr. Estas já apresentavam alguma preocupação, por parte do Homem, em existir conforto e funcionalidade. O modelo da casa romana acabou por ser adotado pelo Árabes.



Figura 2-6 - Exemplo de uma casa romana

No século III, devido à abundância de pessoas nos centros urbanos, surgem na Roma as primeiras casas de apartamento. A escada que dava acesso aos pisos superiores que, por lei, não podia ter mais de cinco pisos, abria para a rua.

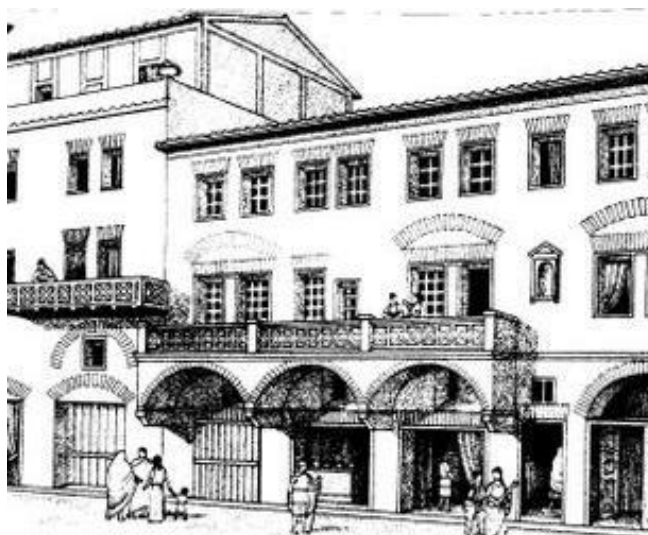


Figura 2-7 - Casas de apartamento, séc. III, Roma

“É necessário adequar a evolução das casas às características específicas de cada local e à sua respetiva evolução gradual, como território vivo, objeto da intervenção urbanística.” [4]

A partir de uma certa altura os edifícios deixaram de ser semelhantes em todo o mundo durante as mesmas épocas. Estes dependiam dos materiais encontrados para as construir e das posses dos seus proprietários. Na América do Sul, antes da influência europeia, as casas eram de adobe, ou pedra unida com barro e tinham a forma de fortificações. As pequenas janelas eram viradas para o pátio interior e a entrada para as habitações fazia-se por aberturas nos terraços superiores, recorrendo-se a escadas de madeira que, em caso de ataque, podiam ser retiradas.

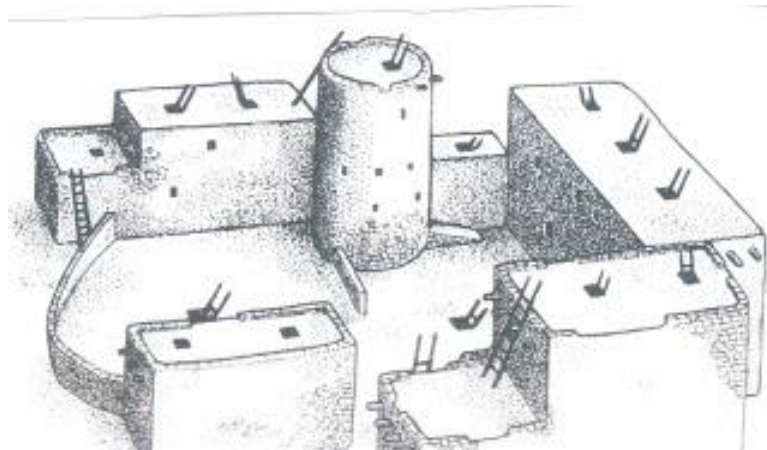


Figura 2-8 - Casas em adobe, América do Sul

Posteriormente, na época medieval, as pessoas passavam muito pouco tempo em casa. Os pobres trabalhavam do nascer ao pôr-do-sol e os nobres viajavam a maior parte do tempo. A vida era levada ao ar livre e a habitação não passava apenas de um dormitório ou um refúgio contra os perigos ou frio do Inverno.

A habitação na Idade Média consistia num grande e único recinto, sem divisões internas. Esta configuração era usada tanto na casa camponesa como nos imponentes castelos dos nobres, o que gerava problemas graves principalmente na saúde. Este era composto por poucas peças de mobiliário (como alguns assentos e baús) e por uma lareira que geralmente era localizada no centro. Todas as atividades eram realizadas e compartilhadas neste recinto único (alimentação, dormida, trabalho, etc.). As casas rurais e as urbanas diferiam bastante mas a superposição de funções por divisão era comum.

Os ambientes húmidos e enfumados, bem como a falta de privacidade facilitavam a transmissão de doenças. Neste tipo de ambiente, quando um membro da família adoecia era praticamente impossível evitar o contágio, até porque na cama, quando ela existia, era comum dormirem de duas a oito pessoas. Estas cidades medievais eram locais com elevada densidade populacional, com esgotos a céu aberto, as doenças rodeavam a vida das pessoas. Era difícil obter água limpa para beber e cozinhar porque o conteúdo das fossas infiltrava-se no solo e contaminava os poços.



Figura 2-9 - Casas e castelos na Idade Média

Ao longo do século XVIII, a partir do processo de industrialização, a habitação foi sendo modificada gradualmente. A casa não abrigava mais o trabalho e viviam juntas as pessoas ligadas por estreitos laços de parentesco, consolidando a família como é o habitual modelo familiar de hoje.

Depois da Segunda Guerra Mundial, com a influência da cultura norte-americana a tornar-se referência da sociedade moderna, a habitação tornou-se um espaço de consumo, a partir deste momento a casa foi sectorizada por funções específicas (social, íntima, serviços, etc.). A sala, área de prestígio, situava-se na parte nobre da casa, geralmente a parte da frente. Cozinhas, instalações sanitárias e áreas de serviço ficavam nos fundos. Os quartos, que compunham a área íntima da casa, ficavam longe do olhar de estranhos.

A população pobre que não tinha posses para este tipo de habitações tinha espaços pequenos, com muita gente e sem ventilação ou iluminação naturais. Os que não tinham condições de morar próximo dos seus trabalhos acabavam ocupando a periferia.



Figura 2-10 - Revolução industrial, Londres

Com o evoluir dos tempos, a necessidade de construir mais e melhor e a falta de espaço nos grandes centros urbanos adotou-se outros tipos de materiais industrializados, como o tijolo, cimento, betão armado, ferro, alumínio, etc. Tudo isto adaptado a novas técnicas de construção considerando a zona geográfica e climatérica. Como a falta de espaço para construção era cada vez mais escassa deixaram de existir casas e passaram a aparecer os conhecidos “arranha-céus”.



Figura 2-11 - Nova Iorque, séc. XXI

2.2 Qualidade na Habitação

Quando se abordam aspetos relativos à qualidade habitacional é-se confrontado com a própria noção de “habitar”. [5]

Habitar, v. tr. (do lat. *Habitare*). *Ocupar como residência; viver, morar, residir em./ Frequentar./Povoar./v. intr. Viver, morar, residir, estar domiciliado.* [6]

Habitar é antes de tudo o estabelecer de uma relação entre um dado ambiente e o homem. A procura social da qualidade na habitação, assim como o conteúdo das exigências dos indivíduos relativamente à sua habitação, depende das efetivas condições existentes no campo habitacional e das expectativas face ao comportamento da oferta habitacional.

“A satisfação da qualidade reside na melhor adequação entre as necessidades e aspirações manifestadas na procura individual e social da qualidade habitacional e a oferta que os meios técnicos e institucionais da sociedade são capazes de oferecer” [7]

A importância da definição do conceito de habitar e os conceitos da qualidade na habitação prende-se com a influência direta que estes exercem sobre os objetivos deste estudo, mas também para a definição da procura de qualidade, não esquecendo que, personalizar, ser diferente, é uma característica intrínseca ao ser humano.

A habitação influencia de forma determinante e sobre múltiplos aspetos o dia-a-dia dos moradores, marcando profundamente a sua qualidade de vida e as suas expectativas e possibilidades de desenvolvimento, definindo uma entidade complexa e composta por um conjunto de fatores arquitetónicos, culturais, económicos, sociodemográficos, psicológicos e políticos que mudam ao longo dos tempos.

A saúde e o bem-estar das pessoas, assim como as atitudes humanas e valores, são relativos e mutáveis. O significado da habitação, do lar, da casa, varia de pessoa para pessoa, entre grupos sociais e através de culturas.

A qualidade poderá ser definida por um conjunto de características variáveis de qualidade que tornam um determinado produto apto ao uso para o qual foi concebido – adequação das características do produto às necessidades do utilizador/recetor. De um modo geral, qualidade é adequação das características de qualquer produto às necessidades dos utentes, possível de verificar pela conformidade com as especificações de qualidade aplicáveis. A qualidade na habitação, de acordo com o conceito geral de qualidade, define-se como adequação da habitação e sua envolvente às necessidades do habitante. No entanto, a habitação é um produto

com características particulares, pelo que a definição de qualidade na habitação deve incorporar:

1. Uma perspetiva de adequação a longo prazo, que permita responder à alteração das necessidades dos moradores durante o prazo de vida útil previsto. A adequação das características de habitação aos modos de vida, à evolução da sociedade, solicitando respostas de oferta sociotécnica no domínio da organização espacial;
2. Uma perspetiva de adequação social e cultural, que permita compatibilizar os interesses e necessidades individuais a cada morador com os restantes moradores e da própria sociedade. As evoluções dos modos de vida dos utentes são condicionadas pelos valores dominantes num dado momento e num dado ambiente cultural;
3. Uma perspetiva de inovação, que incentive a opção ponderada por soluções inovadoras, que possam traduzir-se numa melhoria das condições oferecidas e estimular o desenvolvimento, não abandonando a dimensão estética.

De forma simplificada pode dizer-se que a satisfação da qualidade residencial resulta da melhor adequação entre as necessidades e aspirações manifestadas na procura individual e social da qualidade habitacional e a oferta que os meios técnicos e institucionais da sociedade são capazes de oferecer.

Quando abordamos o tema da “qualidade” na habitação, abordamos um tema vasto onde podemos destacar dois tipos de qualidade com mais presença, ou com maior ponderação, no nosso quotidiano, como sejam, a qualidade ambiental e a qualidade construtiva.

De modo sucinto, podemos entender a qualidade ambiental como adequação do habitante em termos de conforto ambiental (visual, acústico, qualidade do ar, térmico, etc.).

Em Portugal, o conforto ambiental é, nos nossos dias, uma vertente esquecida, embora se comece a sentir um esforço para um avanço deste sector. Está intimamente ligado à racionalização de soluções e delas depende por exemplo o cumprimento dos objetos de sustentabilidade em termos de redução dos consumos de energia na fase de utilização do edifício.

A qualidade construtiva prende-se à correção das soluções de materialização arquitetónica. Depende de fatores como a qualidade de materiais e dos acabamentos e a qualidade dos elementos e processos de construção.

De entre vários fatores de qualidade ambiental, distinguimos para este estudo que tem um âmbito de conforto ambiental (a espacialidade, a capacidade e funcionalidade, o conforto visual, conforto acústico, qualidade do ar, térmico, etc.).

Associamos à **espacialidade** a área e volume de um espaço e da relação que este tem com o uso que deve suportar.

A **capacidade** é um fator que qualifica o âmbito interior da habitação ou do edifício referindo-se à relação contendor e conteúdo. A possibilidade de um dado ambiente acolher pessoas por um lado, e mobiliário ou equipamento por outro, permite estabelecer a distinção entre capacidade programática e capacidade material.

No âmbito do fator capacidade, consideram-se normalmente boas soluções habitacionais as que adotam um programa de espaços adequados à evolução da estrutura das famílias nucleares tradicionais. Associa-se à capacidade do alojamento o espaço ocupado ou não pelo mobiliário, nas famílias mais tradicionais o mobiliário associado ao património, ou ausência total de móveis e equipamentos.

A **funcionalidade** qualifica as organizações residenciais, os seus espaços e os equipamentos que possibilitam o desempenho das atividades e funções residenciais.

Os indicadores de funcionalidade e as boas práticas de projeto para a habitação apontam para um adequado desenvolvimento das funções de uso. Esta qualidade pode ser controlada pela ponderação de conflitos de uso e desempenho, pelo correto dimensionamento dos espaços e pela localização adequada dos equipamentos e elementos de construção.

Definir os melhores sistemas de iluminação para o seu ambiente também faz parte do trabalho do engenheiro. Esta preocupação é de extrema importância, já que a obra projetada deve proporcionar **conforto visual**, com uso adequado de cores, texturas e contrastes para evitar, inclusive, acidentes de trabalho ou domésticos.

Entende-se como conforto visual o conjunto de qualidades do ambiente que o tornam agradável, do ponto de vista da iluminação e à compreensão do espaço.

O **conforto acústico** ambiental de um recinto pode ser entendido como a avaliação das exigências humanas. A quantificação do conforto acústico ambiental de uma edificação pode ser feita pelo reflexo de satisfação de um usuário, em relação a um dado ambiente. A sensação de conforto varia conforme o estado das condições ambientais locais e a atividade que ele está desempenhando neste. Assim, desenvolver uma edificação que satisfaça as necessidades de conforto acústico ambiental e bem-estar dos usuários acaba por minimizar os gastos energéticos da edificação, gerando mais satisfação do produto e um menor custo de funcionamento.

Quando abordamos a **qualidade do ar interior**, analisamos as suas características químicas, físicas e biológicas que possam afetar o conforto ou saúde dos ocupantes.

O ar ambiente interior de um edifício resulta da interação da sua localização, do clima, do sistema de ventilação do edifício, das fontes de contaminação (mobiliário, fontes de humidade, processos de trabalho e atividades, e poluentes exteriores), e do número de ocupantes do edifício.

A qualidade do ar interior (QAI) tem-se tornado um tema ambiental de grande relevância. O número de queixas relacionadas tem crescido nos últimos anos com o aumento da densidade de edifícios, o crescente uso de materiais sintéticos, e as medidas de conservação da energia que reduzem a quantidade de ar exterior fornecido. Os equipamentos dos edifícios modernos (por exemplo, fotocopiadoras, impressoras laser, computadores), produtos de limpeza, e a poluição do ar exterior, também podem aumentar os níveis de contaminação do ar interior. As reações a estes agentes podem conduzir ao fenómeno conhecido como Síndrome do Edifício Doente (SED)².



Figura 2-12 - Densidade de ocupantes neste tipo de edifícios [8] [9]

Os ocupantes deste tipo de edifício apresentam por vezes sinais e sintomas associados a situações agudas de desconforto, nomeadamente:

- Astenia/fadiga
- Cefaleias
- Dificuldade de concentração
- Hipersensibilidade a odores
- Irritação ocular, nasal e/ou faríngea
- Náuseas e tonturas/vertigens
- Prurido cutâneo e/ou pele seca
- Tosse seca

² O termo “síndrome dos edifícios doentes (SED)” é usado para descrever situações de desconforto laboral e/ou de problemas agudos de saúde referidos pelos trabalhadores, que parecem estar relacionados com a permanência no interior de alguns edifícios

Com o **conforto térmico**, pretende-se um estado de espírito no qual a pessoa sente satisfação com o ambiente térmico. Os fatores que afetam o conforto térmico são a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a estratificação, o movimento do ar, a umidade relativa, o nível de atividade e o vestuário. O conforto térmico é, em linhas gerais, obtido por trocas térmicas que dependem de vários fatores, ambientais ou pessoais, governados por processos físicos, como convecção, radiação, evaporação e eventualmente condução.

A temperatura do ar afeta a perda de calor convectivo do corpo humano e a temperatura do ar expirado. Assim, a perda de calor pelo aquecimento e humidificação do ar expirado é influenciada pela temperatura do ar. Uma temperatura elevada é um verdadeiro obstáculo à dissipação de calor por convecção do corpo humano.

A umidade do ar é outro fator meteorológico que influencia o conforto térmico. A mesma interfere diretamente em três mecanismos de perda de água do corpo humano, a saber: a difusão de vapor de água através da pele (transpiração impercetível), a evaporação do suor da pele e a humidificação do ar respirado. Por exemplo, à medida que a temperatura do meio se eleva e a perda de calor por condução e convecção é prejudicada, há um aumento na eliminação de calor por evaporação, fazendo com que a transpiração se torne percetível. Se o ar estiver saturado essa evaporação não é possível, caso em que a pessoa ganha calor enquanto a temperatura do ambiente mantém-se superior a da pele. Caso contrário, sob um ar seco, a perda de calor pelo corpo ocorre mesmo em altas temperaturas. Em todos os casos, entretanto, a perda de água ocorre na forma gasosa. O resultado final é a perda de calor pelo corpo humano.

Assim como a temperatura do ar, a velocidade do vento é determinante na troca de calor por convecção entre o corpo e meio ambiente. Quanto mais intensa for a ventilação, maior será a quantidade de calor trocada entre o corpo humano e o ar, conseqüentemente menor será a sensação de calor.

A temperatura média radiante corresponde à temperatura média das superfícies opacas visíveis que participam no balanço radiativo com a superfície exterior do vestuário. Este termo é particularmente difícil de definir com exatidão quer pela dificuldade em corretamente avaliar os fatores de forma, quer pela influência da componente refletiva.

2.3 Ecossistema Urbano

“Desde a Idade Média, cidades e vilas estiverem no centro do desenvolvimento social, cultural e económico na Europa. No século XXI, as cidades continuam a gerar a grande maioria da riqueza dos países. No entanto, as pequenas ruas e caminhos das cidades medievais deram lugar a congestionamento de tráfego e a autoestradas urbanas. Catalisados pela Revolução Industrial, as populações migraram em grandes quantidades de zonas rurais para áreas urbanas, forçando as cidades a se expandirem para acomodarem este influxo. O desenvolvimento urbano resultante é o ponto de partida das tradicionais povoações humanas e não está ainda totalmente compreendida em termos dos seus impactos positivos e negativos na saúde.” [10]

Ao longo da história tem existido uma preocupação constante com o espaço habitável pelo ser humano, refletido pelos vários problemas que se desencadearam nos ambientes urbanos, como a concentração da população, a implantação das atividades económicas e industriais e a expansão do espaço construído.

As cidades são o ambiente mais próximo da maioria da população mundial que cada vez está mais concentrada nestes centros urbanos e nos seus arredores, tendência que vai sendo crescente ao longo dos anos. Estes espaços são constituídos por maior densidade de construção, com edifícios de habitação, edifícios de comércio e serviços, centros culturais e de reunião, espaços verdes e de circulação, etc. e por consequência também estão repletos de desperdícios, ruídos, *stress*, poluentes, etc.



Figura 2-13 - Exemplo de poluentes e desperdícios nos meios urbanos [11]

Grande parte deste ambiente é feito de espaços interiores, onde a população passa a maior parte do seu tempo e que muitas vezes não tem as condições adequadas de higiene e conforto. A conexão entre espaços exteriores e interiores é feita pelos edifícios. São estes criadores do ambiente interior, que estabelecem uma relação com o espaço envolvente, os maiores consumidores de energia, o que os torna numa das maiores causas de degradação ambiental.

Os edifícios não devem ser vistos como espaços apenas funcionais mas também como parte integrante da paisagem porque estes apesar de serem utilizadores de materiais e recursos ambientais (energia, água, etc.) também são a causa de problemas ambientais (lixo, poluição, etc.). Cria-se uma necessidade destes serem observados por uma perspetiva ambiental que tente conhecer e corrigir as causas e não apenas as consequências.

“A poluição, pelo ar, água e ruído, tem em todos os casos efeitos adversos na saúde. As cidades, como centros populacionais e de atividade económica, geram uma quantidade desproporcionada da poluição mundial. Os efeitos de saúde associados incluem doenças respiratórias, cardiovasculares, cancro e irritações da pele e dos olhos.” [10]

A energia e restantes recursos, como a água, que são utilizadas nos edifícios têm como destino as cozinhas, higiene, iluminação, comunicações, lazer e conforto térmico (aquecimento, arrefecimento, ventilação). Esta última necessidade tem feito aumentar o consumo energético dos edifícios e a utilização de aparelhos de ar condicionado e outros métodos de controlar a térmica interior. Atualmente já existem formas de consumo energético mais económicas (painéis solares, energia eólica) mas são ainda pouco utilizadas.



Figura 2-14 - Utilização de energias renováveis em habitação [12] [13]

2.4 Construção e Saúde

No século XIX foram postas em prática algumas iniciativas de saúde pública referentes à habitação. Estas apenas foram iniciadas devido às assustadoras taxas de doenças infecciosas e preocupação comum de que estas estavam concentradas nos edifícios. A razão desta preocupação partia do princípio que estes tinham sido fracamente construídos, com materiais fracos e que não permitiam que o ar e a luz natural circulassem. Teorias propunham que o resultado do ar fétido e pesado conduzia a doenças como a malária.

Subjacente a estas teorias existia uma visão moral em que o responsável era o pobre que precisava de melhorar a sua higiene, para isto, precisava de ser ensinado a limpar a sua casa e a não sobrelotar a habitação.

Alguns escritores da altura adotaram visões mais radicais sobre as consequências da má construção para a saúde. *Friedrich Engels* através da taxa de mortalidade e de registos municipais conseguiu calcular o rácio dos vivos para os mortos categorizando as pessoas não só pela qualidade da sua habitação mas também pela classe da rua onde viviam. O “rácio de sobrevivência” era maior nas melhores habitações das melhores ruas da cidade de Londres. [14]



Figura 2-15 - Rua de Londres durante a revolução industrial

“A história da humanidade é a história da luta de classes.” (Friedrich Engels)
“Na juventude, (Friedrich Engels) fica impressionado com a miséria em que vivem os trabalhadores das fábricas de sua família. Fruto dessa indignação, Engels desenvolve um detalhado estudo sobre a situação da classe operária na Inglaterra.” [15]

Estas teorias do século XIX têm os seus homólogos mais tarde no século XXI. Sendo que hoje em face dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e da evolução do conhecimento existe um determinado número de aspetos da habitação que se conhece que têm um impacto direto na saúde humana, a estrutura da habitação, as suas condições interiores como a humidade, a temperatura e qualidade do ar e também o comportamento dos seus ocupantes. Também são vistos cada vez com mais importância aspetos mais indiretos, como o estatuto social e os efeitos da vizinhança.

As condições das habitações têm sido cada vez mais referidas como um fator importante para a saúde pública. Além disso, melhorias sistemáticas nas habitações podem melhorar a saúde dos ocupantes.

2.5 Evolução da Bioconstrução

“Bioconstrução - (biologia da construção) Estuda as relações globais do ser humano com a sua envolvente edificada residencial e laboral.” [16]

Ao longo do tempo, a preocupação do ser humano para com a sua envolvente foi evoluindo, sendo inicialmente apenas uma necessidade de ter um abrigo. Nos dias de hoje já existe uma preocupação com os acabamentos e qualidade do edifício como os efeitos que esta envolvente pode causar na sua saúde. Esta preocupação tem apenas alguns anos, sendo que apenas no início do século XXI se observou um desenvolvimento de investigação em “construção saudável”.

Nos finais dos anos 70 foram observados alguns sintomas em habitantes de edifícios recém-construídos, habitações, escritórios e creches. O termo “Síndrome de Edifício Doente” (SED) foi imposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1986, quando também foi observado que entre 10 a 30% dos edifícios de escritórios recém-construídos no Ocidente tiveram problemas de qualidade do ar interior.

Este termo representa um conjunto de sintomas que afetam um determinado número de ocupantes de um edifício durante um determinado tempo, no qual são identificados problemas no seu ambiente, causados por agentes químicos, físicos e biológicos.

Na década de 90 foi realizada uma extensa pesquisa sobre este fenómeno de “Edifício Doente”, vários fatores físicos e químicos foram examinados em edifícios habitacionais e laborais. Foi desencadeada uma comparação entre “Edifícios Doentes” e “Edifícios Saudáveis”, onde eram comparados os conteúdos químicos dos materiais de construção. Muitos fabricantes tentaram melhorar os seus produtos substituindo os químicos que eram apontados como prejudiciais. Também era defendido que o aspeto mais importante era um bom sistema de ventilação. Outros defendiam uma construção ecológica consistindo em materiais naturais e técnicas simples de construção.

Com o passar dos anos, os materiais de construção têm vindo a evoluir para respeitar essas potenciais emissões e químicos presentes na sua constituição. Também foram observadas grandes melhorias relativas à qualidade do ambiente e ar interior.

Em Portugal, existe desde Outubro de 1997 a Rede Portuguesa de Cidades Saudáveis (RPCS) que integra um conjunto de municípios comprometidos com os princípios e estratégias do Projeto Cidades Saudáveis da Organização Mundial de Saúde (OMS). Este projeto tem como objetivo colocar a promoção da saúde e atuar nos condicionantes que influenciam a saúde e bem-estar das pessoas nas cidades, porque a saúde das pessoas é fortemente condicionada pelas suas

condições de vida e trabalho, pelo seu ambiente habitacional e pela qualidade e acessibilidade dos serviços de saúde.



Figura 2-16 - Evolução da Bioconstrução [17] [18]

2.6 Regulamentação Existente

Como foi referido anteriormente, a preocupação do homem na relação da construção da sua envolvente com a saúde tem vindo a ser cada vez maior. Desde cedo que o direito público se vem preocupando com o fenómeno urbano, não apenas na perspetiva das novas construções e da observância das exigências de segurança, estética e salubridade, como também na perspetiva da sua conservação, beneficiação e demolição para garantia dos referidos interesses públicos.

O Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas, aprovado pelo Decreto de 14 de Fevereiro de 1903, concedeu significativos poderes de polícia administrativa das edificações urbanas às câmaras municipais. Apesar dos objetivos deste regulamento serem estranhos ao sentido de tornar as edificações urbanas salubres, construir com os exigidos requisitos de solidez, defesa contra o risco de incêndio e ainda de garantir condições mínimas de natureza estética, foi um princípio para a necessidade de atualizar as disposições para o regulamento seguinte.

No Regulamento Geral de Edificações Urbanas (RGEU), Decreto-Lei n.º 38 382 de 7 de Agosto de 1951, apesar de se encontrar um pouco desatualizado de acordo com a realidade da construção dos dias de hoje, existiam já algumas orientações sobre a salubridade na construção. [19]

- Art.º 15: “Todas as edificações, seja qual for a sua natureza, deverão ser construídas com perfeita observância das melhores normas da arte de construir e com todos os requisitos necessários para que lhes fiquem asseguradas, de modo duradouro, as condições de segurança, salubridade e estética mais adequadas à sua utilização e as funções educativas que devem exercer”;
- Art.º 23: “As paredes das edificações serão constituídas tendo em vista não só as exigências de segurança, como também as de salubridade, especialmente no que respeita à proteção contra a humidade, as variações de temperatura e a propagação de ruídos e vibrações”;
- Art.º 35: “Na constituição dos pavimentos das edificações deve atender-se não só as exigências da segurança, como também as de salubridade e à defesa contra a propagação de ruídos e vibrações”;
- Título III, Capítulo I, Salubridade dos terrenos;
- Art.º 58: “A construção ou reconstrução de qualquer edifício deve executar-se para que fiquem assegurados o arejamento, iluminação natural e exposição prolongada à ação direta dos raios solares, e bem assim o seu abastecimento de águas potável e a evacuação inofensiva dos esgotos”;

- Título III, Capítulo VI, Evacuação dos fumos e gases. (Algumas orientações sobre ventilação)

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [20], aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que, em Portugal, impôs requisitos ao projeto de novos edifícios e de grandes remodelações por forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico nesses edifícios sem necessidades excessivas de energia, quer no Inverno, quer no Verão.

Em 2006 foi aprovado o Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril que aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE). A certificação energética permite aos futuros utentes obter informações sobre os consumos de energia no caso de novos edifícios construídos ou no caso de edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação e dos seus consumos reais ou aferidos para padrões de utilização típicos. [21]

O Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) veio definir um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização, os quais, para além dos aspetos relacionados com a envolvente e da limitação dos consumos energéticos, abrange também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, impondo a realização de auditorias energéticas periódicas aos edifícios de serviços. [22]

Juntamente com o SCE e RSECE, o Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) veio estabelecer requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e para pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento veio impor limites aos consumos energéticos para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacto em termos de energias primárias. Esta legislação impôs a instalação de painéis solares térmicos e valorizar a utilização de outras fontes de energia renovável. [23]

Para assegurar a qualidade do ar interior os edifícios devem ser ventilados em permanência, sendo definido neste RCCTE uma taxa mínima de renovação de ar de $0,6 \text{ h}^{-1}$, em condições médias de funcionamento. Como solução de referência, para assegurar a qualidade do ar interior e a eficiência energética é considerado um sistema de ventilação natural com uma taxa de renovação de ar de $0,6 \text{ h}^{-1}$ a $0,8 \text{ h}^{-1}$.

A Portaria 461/2007 de 5 de Junho veio alargar a aplicação do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) a todos os edifícios, novos e existentes, sendo a partir dessa data obrigatório a verificação e cumprimento de todos os edifícios. [24]

Mais recentemente, o Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto, veio revogar os anteriores Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE - DL78/2006 de 4 de Abril), Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE - DL80/2006 de 4 de Abril) e Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE - DL 79/2006 de 4 de Abril). Assim, além de sofrer alterações e uma revisão na legislação nacional, este veio incluir o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) num único diploma. No que diz respeito ao desempenho energético de edifícios de habitação, para além de alterações ao nível dos requisitos térmicos e energético, são preconizadas alterações nas metodologias de cálculo do desempenho energético. [25]

O novo Decreto-Lei, D.L. 118/2013 de 20 de Agosto e as suas portarias e despachos auxiliares vieram alterar o modo pelo qual eram determinados e definidos os valores mínimos da taxa de renovação de ar nos edifícios.

Segundo o capítulo n.º 12 do Despacho 15793-K, taxa de renovação de ar, os valores utilizados para verificação do requisito mínimo de ventilação são:

- Edifício conforme a norma NP 1037-1 ou NP 1037-2, utilizar os valores do projeto de ventilação;
- Cálculo de acordo com a norma EN 15242, podem ser utilizadas simplificações indicadas no despacho e a folha de cálculo do LNEC;
- Outro método desde que tecnicamente adequado.

Os valores de caudais mínimos de taxa de renovação de ar encontram-se definidos, assim sendo tem-se que o caudal mínimo na estação de arrefecimento $R_{ph,v}$ é de $0,6 \text{ h}^{-1}$ (despacho 15793-K/2013), caudal mínimo na estação de aquecimento $R_{ph,i}$ é de $0,4 \text{ h}^{-1}$ (portaria 349B/2013) e o valor mínimo de taxa de renovação de ar é de $0,4 \text{ h}^{-1}$ (portaria 349B/2013).

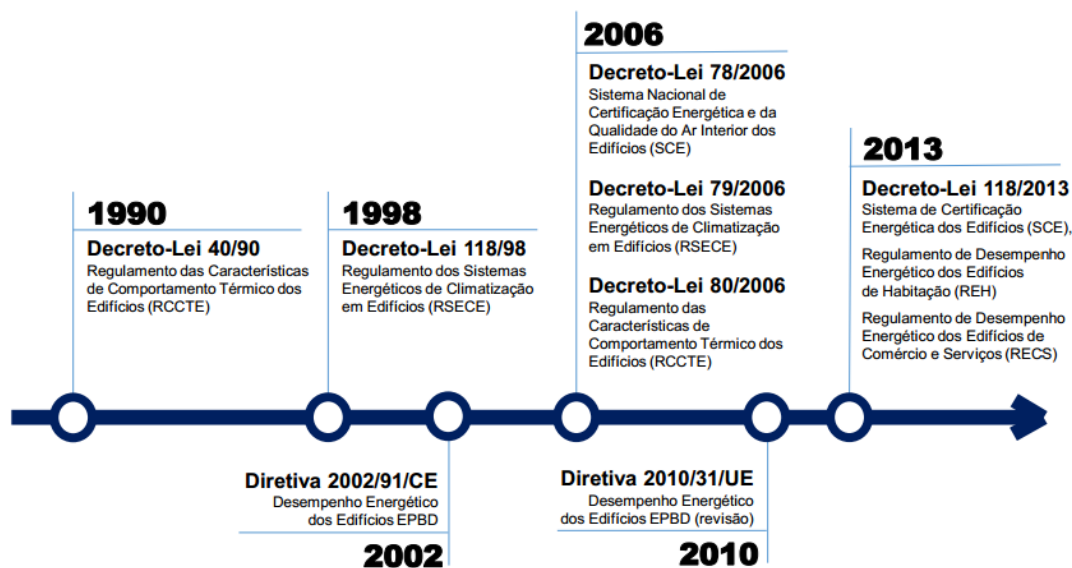


Figura 2-17 - Evolução legislativa em Portugal [26]

Evolução previsível

A diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios veio definir o conceito de “*near zero energy buildings*” (NZEB), isto é, edifícios com necessidades quase nulas de energia, que é um desafio para os profissionais da construção, engenharia e arquitetura.

Seguindo as ideias da diretiva europeia referida anteriormente, no REH existe uma definição de um mapa evolutivo de requisitos com um horizonte temporal no limite até 2020, que visa o conceito de edifício com necessidades quase nulas de energia, o qual passará a constituir o padrão para a nova construção. Este padrão conjuga a redução, na maior extensão possível e suportada numa lógica de custo-benefício, das necessidades energéticas do edifício, com o abastecimento energético através do recurso a energia de origem renovável.

São edifícios com necessidades quase nulas de energia os que tenham um elevado desempenho energético e em que a satisfação das necessidades de energia resulte em grande medida de energia proveniente de fontes renováveis, designadamente a produzida no local ou proximidades. É definido no artigo 16.º que os edifícios novos licenciados após 31 de Dezembro de 2020, ou após 31 de Dezembro de 2018 no caso de edifícios novos na propriedade e ocupados por uma entidade pública, devem ter necessidades quase nulas de energia.

Este regulamento também define na Portaria n.º 349-B/2013 valores do coeficiente de transmissão térmica para utilizar com a entrada em vigor do regulamento em 1 de Janeiro de 2014, como prevê valores para 31 de Dezembro de 2015 e, em forma de nota, indica que os requisitos de referência poderão ser progressivamente atualizados até 2020, por forma a

incorporar estudos referentes ao custo-benefício dos mesmos, bem como aos níveis definidos para os edifícios de necessidade de energia quase nula.

Um dos problemas da regulamentação existente em Portugal tem a ver com a dispersão. Seria útil reunir-se a legislação num único código técnico da edificação como acontece noutros países europeus, nomeadamente em Espanha. Neste país foi aprovado em 2006 o Real Decreto 314/2006 de 17 de Março que aprova o CTE - Código Técnico de la Edificación. [27] Este documento começa por referir as principais exigências a satisfazer pelos edifícios para, posteriormente, detalhar as condições regulamentares. As exigências são as seguintes no CTE:

- Segurança estrutural;
- Segurança em caso de incêndio;
- Segurança de utilização e acessibilidade;
- Salubridade;
- Poupança de energia;
- Proteção contra o ruído.

3 | Qualidade do Ambiente Interior e Saúde

“We shape our buildings, thereafter they shape us.”

(Nós moldamos os nossos edifícios, eles por sua vez definem-nos.)

(Winston Churchill num discurso na Câmara dos Comuns em 1943).

3 | Qualidade do Ambiente Interior e Saúde

3.1 Qualidade do Ambiente Interior

3.2 Relação entre patologias na construção e efeitos na saúde

3.3 Método Inglês

3.1 Qualidade do Ambiente Interior

“A qualidade do ambiente interior de edifícios é uma preocupação que acompanha o Homem desde há séculos. Contudo, apenas com o aumento do tempo de permanência em edifícios e as novas práticas construtivas, têm vindo a provocar um crescente interesse por esta problemática.” [28]

A qualidade do ambiente interior é expressa através de determinadas exigências que integram um edifício desde o ambiente exterior à satisfação e bem-estar dos ocupantes no seu ambiente interior. Esta é definida como uma medida de efeito conjunto da qualidade do ar interior, do conforto térmico, do conforto acústico e do conforto visual de um determinado espaço. [29]

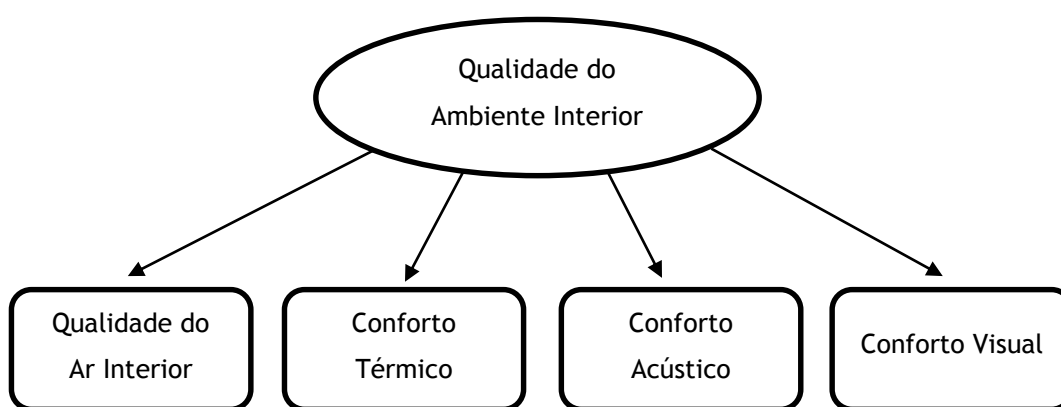


Figura 3-1 - Esquema sobre Qualidade do Ambiente Interior

O ambiente interior dos edifícios é contaminado por substâncias que resultam da utilização corrente desses espaços ou que são libertadas pelos materiais que integram os edifícios (admitindo que o ar exterior não é fonte de poluição). Essas substâncias, dependendo das suas características e da sua concentração, podem ter efeitos sobre o bem-estar dos ocupantes, que vão desde a sensação ligeira de mal-estar, originarem doenças graves ou mesmo a morte, como no caso de intoxicações por monóxido de carbono.

A publicação da regulamentação portuguesa na área da térmica de edifícios e qualidade do ar, na qual são definidas condições de referência da temperatura do ar e da humidade relativa, valores mínimos de renovações horárias, coeficientes de transmissão térmica máximos admissíveis dos elementos da envolvente e valores máximos das concentrações de poluentes do ar interior, veio incrementar, por exemplo, os níveis de exigência relativamente ao comportamento higratérmico da envolvente dos edifícios e as condições de ventilação do ar interior. O conceito de qualidade do ambiente interior é bastante complexo e abrangente, dependendo de um grande número de fatores: temperatura, humidade relativa, iluminação, velocidade do ar, existência de odores, concentração de microrganismos ou poeiras em suspensão no ar, nível de ruído, etc.

3.1.1 Qualidade do Ar Interior

“Uma vez que os Europeus passam a maior parte do seu tempo em espaços interiores, a qualidade do ar interior é um principal determinante da saúde. A exposição de uma pessoa a diferentes poluentes no ambiente interior é determinada pela quantidade de tempo gasto no interior e pela concentração de poluentes. Devido às muitas fontes de poluentes do ar interior e a sua acumulação onde a ventilação é inadequada, os níveis de poluentes interiores podem exceder significativamente os encontrados no exterior.” [10]

A qualidade do ar interior diz respeito à qualidade do ar de dentro dos edifícios, especificamente na saúde e no conforto dos ocupantes. A saúde ambiental interior compreende aspetos da saúde humana e doenças que são determinados por fatores no ambiente interior. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) [30], os vários problemas da qualidade do ar interior são reconhecidos como importantes fatores de risco no que diz respeito à saúde humana, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento. A prática da saúde do ambiente interior requer, por exemplo, a consideração de perigos químicos, biológicos, físicos e ergonómicos.

É desejável que o ar seja percecionado como fresco e agradável, isto é, não tenha impacto negativo na saúde e estimule o trabalho e a atividade humana.

Fazia parte dos hábitos quotidianos dos portugueses a necessidade de abrir janelas para proceder à ventilação dos edifícios. Contudo, as preocupações com os consumos de energia, as alterações do modo de vida das pessoas (as famílias encontram-se ausentes da habitação durante grande parte do dia) e a utilização de caixilharias de melhor qualidade, com menor permeabilidade ao ar, conduziram à diminuição drástica das renovações horárias de ar aumentando o risco de condensações, bem como reduziram a qualidade do ar interior.

O ser humano precisa de uma fonte regular de alimento e água e uma fonte essencial e contínua de ar. As quantidades requeridas de ar e água são relativamente constantes (10 a 20 m³ de ar e 1 a 2 litros de água, por dia). É um direito humano fundamental que todas as pessoas tenham acesso livre a ar e água de qualidade aceitável. [30]

Ventilação

A ventilação contribui decisivamente para a melhoria da qualidade do ar no interior das habitações, e por conseguinte, do conforto e bem-estar dos seus ocupantes. A renovação geral e permanente do ar no interior dos edifícios terá de ser garantida por processos e metodologias, que confirmam aos espaços características de ventilação adequadas, num compromisso entre o aumento da qualidade do ambiente interior e a diminuição das perdas energéticas.

A ventilação dos edifícios varia com o tipo e as características dos edifícios, a ocupação, as aberturas para o exterior, o local de implantação, a orientação e a exposição aos agentes atmosféricos (vento, temperaturas e pressões), e o tipo de dispositivos de ventilação instalados.

A humidade é uma das principais causas das patologias dos edifícios e da degradação dos materiais de construção, principalmente através de fenómenos de condensação. Frequentemente as condensações resultam de uma conceção inadequada da envolvente: incorreto tratamento das pontes térmicas, insuficiente isolamento térmico, ventilação reduzida e não homogénea dos espaços das habitações e aquecimento muitas vezes insuficiente ou inexistente.

O dimensionamento e a implementação de sistemas de ventilação em edifícios de habitação deverão ter necessariamente em conta as fontes de poluição de forma a proceder à evacuação para o exterior das substâncias poluentes, preferencialmente, junto da sua fonte, evitando assim a contaminação do ar interior. Por exemplo no caso dos aparelhos de combustão de utilização doméstica dos tipos B e C (esquentadores, caldeiras, etc.) os produtos da combustão deverão ser evacuados diretamente para o exterior, no caso dos aparelhos do tipo A (ex.: fogões de cozinha) deverão, preferencialmente, ser evacuados nas suas proximidades. [31]

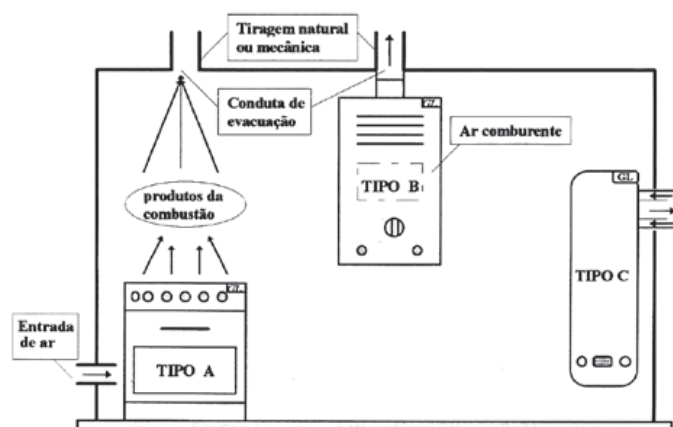


Figura 3-2 - Classificação dos aparelhos em função do tipo de exaustão [31]

Na regulamentação portuguesa em vigor (REH) o valor calculado para a taxa de renovação de ar interior num edifício é influenciado pelos seguintes elementos:

Referentes ao edifício:

- Tipo de ventilação (natural, mecânica, mista ou híbrida);
- Frinchas da envolvente edificada;
- Aberturas da ventilação;
- Perda de carga das condutas;
- Caudais de sistemas mecânicos, controlados pelo utilizador ou automáticos;
- Permeabilidade ao ar da envolvente (janelas e caixas de estores).

Ações naturais:

- Ação do vento e da impulsão térmica;
- Variação de pressão;
- Obstruções;
- Localização do edifício (região, rugosidade, etc.);
- Número de fachadas expostas ao vento;
- Efeito de proteção, definido pela altura do edifício e da fração em estudo, altura e distância aos obstáculos.

Para que os valores de taxa de renovação de ar sejam cumpridos existem intervenções/soluções que podem ser aplicadas aos edifícios em estudo, sendo que estas variam conforme se trate de um edifício novo ou um edifício existente [32], nomeadamente:

Edifícios novos:

- Prever entradas de ar, por condutas ou aberturas autorreguláveis;
- Selecionar janelas e caixas de estore de baixa permeabilidade ao ar;
- Prever ventilação natural por condutas;
- Auxiliar na seleção do tipo de módulo das grelhas de admissão de ar;
- Ensaio de pressurização na receção dos edifícios.

Edifício existentes:

Identificar situações com baixa taxa de renovação de ar e permitir apreciar validade das oportunidades de melhoria;

- Abertura periódica das janelas (sem custos, não agrava N_i);
- Melhorar a admissão do ar com abertura na envolvente;
- Melhorar exaustão do ar nas condutas de ventilação natural.

Identificar situações com elevada taxa de renovação de ar e permitir apreciar validade das oportunidades de melhoria:

- Vedar junta móvel das janelas e frinchas na junta do vão;
- Vedar juntas da caixa de estore;
- Preconizar aplicação de janela dupla;
- Preconizar substituição de janelas;
- Promover desequilíbrio dos caudais dos sistemas mecânicos;
- Medidas não podem comprometer caudal mínimo.

Critérios de qualidade do ar

Vários químicos são emitidos para o ar, tanto de origem natural como de origem humana. Estas quantidades podem variar entre centenas a milhares de toneladas por ano. A poluição natural do ar deriva de várias fontes bióticas e abióticas, tais como plantas, decomposição radiológica, incêndios florestais, vulcões e outras formas de energia geotérmica e emissões da terra e água. Estes resultam numa concentração de origem natural que varia de acordo com fontes locais ou condições climatéricas específicas. Poluição do ar por origem humana existe desde que o ser humano aprendeu a usar o fogo mas tem aumentado exponencialmente desde que a industrialização teve início. Este aumento na poluição do ar resulta do forte uso de energia fóssil e pelo crescimento na manufatura e uso de químicos.

Na tabela 3.1 são descritos alguns dos fatores e as suas respectivas fontes que afetam a qualidade do ar interior.

Tabela 3-1 - Principais fontes de origem [33]

Fator	Fonte
Dióxido de carbono	Metabolismo das pessoas, queima de combustíveis fósseis
Monóxido de carbono	Emissões de veículos, combustão, fumo do tabaco
Formaldeído	Materiais utilizados na construção, tecidos, cola, carpetes, mobiliário
Partículas	Fumo, entradas de ar, papel, isolamento de tubagens, resíduos de água, carpetes, filtros de AVAC, limpezas
Composto Orgânicos Voláteis (COV)	Fotocopiadoras e impressoras, computadores, carpetes, mobiliário, produtos de limpeza, fumo, tintas, adesivos, calafetagem, perfumes, laca, solventes
Ozono	Campos eletromagnéticos fortes ou fontes de luz ultravioleta como fotocopiadoras, impressoras e alguns tipos de filtros dos sistemas de ar condicionado
Matéria microbiana	Água estagnada em sistemas de AVAC, materiais molhados e húmidos, desumidificadores, condensadores das torres de arrefecimento, torres de refrigeração

A qualidade do ar interior deve ser assegurada com a finalidade de evitar que poluentes perigosos atinjam concentrações que possam pôr em risco a saúde dos ocupantes (critério de saúde) e mantendo simultaneamente um ambiente agradável (critério sensorial). [34] Quando a fonte mais importante de poluição é a ocupação humana é corrente ser utilizado o dióxido de carbono como indicador para o critério sensorial. Este constitui o bio efluente humano mais importante e é proporcional ao metabolismo.

É importante a coexistência dos dois critérios uma vez que há substâncias que só podem ser avaliadas por um deles. Por exemplo, o monóxido de carbono é um gás que em concentrações relativamente elevadas é mortal e, sendo incolor e inodoro, não é detetável pelo ser humano. Pelo contrário, os odores podem ter diversas origens que os tornam difíceis de avaliar mas geram incomodidade pelo facto do ser humano lhes ser sensível. Claramente ao primeiro caso (monóxido de carbono, por exemplo) adequa-se o critério da imposição de valores limite, enquanto no segundo caso adequa-se a aplicação de critérios relacionados com os efeitos sensoriais.

Apresentam-se na tabela 3.2 as concentrações máximas de referência de poluentes no interior dos edifícios segundo o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização. [22]

Tabela 3-2 - Concentrações máximas de referência [33]

Tipo	Parâmetros	Concentração máxima de referência	
		mg/m ³	ppm
Físicos	Partículas suspensas no ar (PM10)	0,15	-
Químicos	Dióxido de carbono (CO ₂)	1800	984
	Monóxido de carbono (CO)	12,5	10,7
	Ozono (O ₃)	0,2	0,10
	Formaldeído (HCHO)	0,1	0,08
	Compostos orgânicos voláteis totais (COV _{totais})	0,6	0,26 (isobutileno) 0,16 (tolueno)
	Radão	400 Bq/m ³	
Microbiológicos	Bactérias	500 UFC/m ³	
	Fungos	500 UFC/m ³	
	Legionella	100 UFC/l água	

Partículas suspensas no ar

As partículas suspensas no ar (PM10) são partículas orgânicas ou inorgânicas com diâmetro inferior a 10 µm. Estas podem ter origem do ar exterior, do tráfego, da terra ou indústrias, também podem dever-se a fumo de tabaco ou processos de combustão como as lareiras, esquentadores ou fogões, vapores metálicos e orgânicos ou aerossóis formados secundariamente. Como efeitos na saúde estas partículas causam maioritariamente problemas respiratórios como reações inflamatórias pulmonares, redução da função pulmonar, também podem causar efeitos adversos sobre o sistema cardiovascular, aumento do uso de medicação, aumento de internamentos hospitalares, redução da esperança de vida. No RSECE é imposto um valor limite máximo de 150 µg/m³. [35]

Dióxido de carbono

O dióxido de carbono (CO₂) não é um gás tóxico, só afetando o ser humano quando a sua presença substitui o oxigénio. As principais fontes vêm da respiração normal do ser humano, do fumo de tabaco, processos de combustão (lareiras, esquentadores, fogões), trânsito automóvel ou indústrias. A presença de valores excessivos de dióxido de carbono pode provocar náuseas, vômitos, hemorragias gastrointestinais ou asfixia. O valor limite máximo imposto pelo RSECE é 1800 mg/m³. [35]

As concentrações de dióxido de carbono nos espaços interiores variam de acordo com o local, ocorrência, hora do dia, tendendo em aumentar durante o dia. Os níveis típicos encontrados num espaço em avaliação variam entre 600 e 800 ppm. É recomendável uma taxa mínima de ventilação de 10 l/s por pessoa para assegurar uma boa QAI. [36]

Monóxido de carbono

Monóxido de carbono (CO) é um gás altamente tóxico que pode provocar problemas graves na saúde como redução na visão, redução da capacidade de trabalho, redução da destreza manual, diminuição da capacidade de aprendizagem, dificuldade na resolução de tarefas complexas e até a morte. Este gás tem origem em processos de combustão, como lareiras, esquentadores, fogões, fumo de tabaco, outras fontes são o trânsito automóvel e a indústria.

O valor máximo imposto pelo RSECE é 12,5 mg/m³. [35]

Ozono

O ozono (O₃) troposférico ou de superfície está presente maioritariamente em edifícios laborais, onde existam fotocopiadoras, impressoras a laser ou motores elétricos e de combustão. Este gás pode provocar irritações nos olhos, nariz e garganta, pode provocar tosse, cefaleias e em situações mais graves penetra nas vias respiratórias, afetando os brônquios e os alvéolos pulmonares. A sua ação faz-se sentir principalmente em crianças, mesmo em concentrações mais baixas e exposições de curta duração. No RSECE o valor limite imposto é 200 µg/m³. [35]

Formaldeído

O formaldeído (HCHO) é um gás incolor com um odor forte, pelo que é facilmente detetado pelo homem. No interior dos edifícios são as resinas utilizadas nos aglomerados de madeira e a combustão (cigarros, aparelhos de aquecimento e confeção de alimentos) as principais fontes. Os sintomas associados à exposição ao formaldeído incluem irritação oftalmológica e do sistema respiratório superior, dores de cabeça, náuseas e sensação de fadiga. É o poluente que ocorre com maior frequência nas atmosferas interiores em concentrações capazes de provocar irritação sensorial nos olhos e no aparelho respiratório. O formaldeído é um reconhecido agente carcinogéneo para os animais e foi classificado como suspeito de carcinogenicidade para o ser humano pela IARC (*International Agency for Research on Câncer*) em Dezembro de 2006. O valor limite imposto pelo RSECE é 100 µg/m³.

Tabela 3-3 - Efeitos na saúde por exposição a formaldeído

Concentração de formaldeído (ppm)	Efeitos na saúde
< 0,05	Não observados
0,05 - 1,50	Efeitos neurofisiológicos
0,05 - 1,00	Limite do odor
0,01 - 2,00	Irritação dos olhos
0,10 - 25	Irritação das vias respiratórias superiores
5 - 30	Irritação das vias respiratórias e efeitos nos pulmões
50 - 100	Edemas pulmonares, inflamações, pneumonia
> 100	Coma, morte

Compostos orgânicos voláteis (COV's)

São abrangidos por esta classificação todos os compostos com pontos de ebulição compreendidos entre 50°C a 260°C. Na prática, e tendo em conta o método que é normalmente usado na sua determinação, correspondem aos compostos eluídos em cromatografia gasosa entre o hexano e o hexadecano. Estes compostos são originários de materiais usados no revestimento de pavimentos, em vernizes, solventes, colas, tintas, produtos de limpeza, agentes de limpeza a seco e protetores, materiais de isolamento, mobiliário, cosméticos, estofos, carpetes e outros têxteis. Os efeitos na saúde dependem do composto que estiver presente, os efeitos mais comuns observam-se ao nível da pele (ex. 2-(2-butoxi)etanol), ao nível da reprodução (ex. 2-etoxietanol), podem ser carcinogéneos (ex. benzeno pode causar leucemia), membranas mucosas dos olhos, nariz e garganta (ex. aldeídos, 2-butoxi)etanol) e afetam o sistema nervoso (ex. benzeno, tolueno, hexano, estireno...). [35]

A avaliação de todos os efeitos na saúde causados por misturas complexas de COV's é difícil, pois existem centenas de compostos orgânicos voláteis que para os quais não existe informação toxicológica. Devido a estas dificuldades criou-se um parâmetro que é o somatório de todos os COV's detetados segundo um método definido, este parâmetro é o COV'sT (TVOC em inglês) que tem levantado inúmeras discussões acerca da sua aplicabilidade e até acerca do seu método de cálculo. [37]

O valor limite imposto pelo RSECE de COV'sT é $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, onde estão contabilizados vários compostos como os alcanos, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos aromáticos, terpenos, ésteres, hidrocarbonetos halogenados, ácidos, éteres, hidrocarbonetos cíclicos, hidrocarbonetos insaturados, etc.

É também importante efetuar uma análise detalhada dos compostos orgânicos voláteis, pois a presença em elevada concentração de um único composto mais tóxico pode ser indicativo de um ambiente interior de má qualidade e bastante prejudicial para a saúde humana. Apesar de a legislação não obrigar a esta disposição, um bom gestor de edifício apreensivo com a saúde dos seus utilizadores deverá ter este cuidado e procurar efetuar uma análise a mais completa possível.

Segundo Seifert B. (1990) [38] os valores limites são:

Tabela 3-4 - Valores limites segundo Seifert B. (1990)

COV'sT	< $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Alcanos	< $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Aldeídos e Cetonas	< $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Hidrocarbonetos aromáticos	< $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Terpenos	< $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Ésteres	< $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Hidrocarbonetos halogenados	< $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Ácidos, Éteres	
Hidrocarbonetos cíclicos	< $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Hidrocarbonetos insaturados	

Nota: Nenhum composto individual deverá exceder 50% do limite da sua classe ou 10% do valor de COV'sT.

Radão

O radão (Rn) tem a sua origem no decaimento radioativo do urânio-238 e do tório-232 (libertando partículas radioativas alfa, beta e gama). As principais fontes são nos solos contendo urânio, granito e a sua infiltração é ascendente através do solo ou paredes. [35]



A – Entrada de radão a partir do solo:

- Gretas e fissuras
- Juntas
- Zonas de atravessamento de tubagens e/ou cabos

B – Libertação de radão dos próprios materiais de construção

C – Entrada de radão misturado com o ar exterior

D – Libertação de radão da água sanitária

Figura 3-3 - Infiltração do radão em edifícios

O radão é classificado como carcinogéneo pela IARC (*International Agency for Research on Cancer*). O valor limite imposto pelo RSECE é 400 Bq/m³. O RSECE apenas obriga a pesquisa em zonas graníticas, nomeadamente nos distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco.

Bactérias

Bactérias são seres microscópicos que se multiplicam em grande velocidade e, a sua maior parte, são prejudiciais à saúde do homem. Estas encontram-se em todo o ecossistema, no ar, na água, no solo e até nos nossos corpos. Contudo, nem todas são prejudiciais, existem tipos que são benéficos para várias formas de vida, inclusive o ser humano.

As colónias de bactérias formam-se na presença de humidade nos materiais de construção e senão forem eliminadas produzem-se rapidamente, aumentando o número de colónias.

Fungos

Existem cerca de 250 000 espécies de fungos conhecidos dos quais apenas, aproximadamente, 100 000 se encontram catalogados biologicamente. Desse elevado número, cerca de 200 tipos de fungos diferentes foram descobertos em habitações, destacando-se 5 deles por serem muito perigosos para a saúde do ocupante.

Os fungos não são visíveis, porque quando estão em fase de formação são invisíveis, tornando-se apenas perceptíveis quando já produziram esporos. Por esta altura já os fungos estão profundamente enraizados e bem desenvolvidos, a maioria das pessoas só se apercebe da propagação quando os esporos já se formaram em colónias e as manchas são visíveis ou o odor a mofo torna-se perceptível.

O ar no interior das habitações é normalmente mais quente que o ar no exterior e por isso absorve mais humidade. Se não existir renovações de ar suficientes, esta humidade pode condensar em vários sítios da habitação, por norma em cantos, janelas, ou atrás de mobiliário. Estes pontos mais húmidos tornam-se num excelente alimento para os fungos como o bolor. Também pode acontecer que, devido a patologias na construção de paredes exteriores ou tetos (fendas, fissuras, etc.), algumas zonas não são secadas tão frequentemente, acumulando assim elevadas percentagens de humidade.

A maior parte dos fungos desenvolve-se em valores de humidade relativa altos, entre 60% a 70%. A temperatura influencia a rapidez do crescimento de fungos, quanto mais quente for um local, mais rapidamente o fungo se desenvolve.

Legionella

A bactéria do tipo Legionella está presente em ambientes aquáticos naturais e também em sistemas artificiais, como redes de abastecimento e distribuição de águas, redes prediais de água quente e fria, ar condicionado e sistemas de arrefecimento existentes nos edifícios. Também podem surgir em meios recreativos como piscinas e *jacuzzis*.

3.1.2 Conforto Térmico

O conforto térmico é definido como uma condição mental que representa o grau de satisfação do ser humano com o ambiente térmico em que se situa. Este não é um conceito exato, variando de pessoa para pessoa e de alguns parâmetros, não é representado por uma combinação de valores exatos de temperatura, velocidade do ar e humidade relativa.

Alguns dos parâmetros que afetam o conforto térmico são: [29]

- Ambientais: Temperatura do ar, humidade relativa, velocidade do ar, temperatura média radiante.
- Socioculturais: Expectativas de conforto face ao ambiente térmico.
- Arquitetónicos: Adaptabilidade ao ambiente térmico e contacto visual com o ambiente exterior.
- Individuais: Sexo, idade, peso, estado de saúde, tempo de permanência em determinado local adverso, frequência de utilização desses espaços, atividade física e vestuário.

A temperatura do ar e humidade relativa são dois dos parâmetros ambientais que mais influenciam as condições de conforto térmico. Na legislação portuguesa em vigor, são considerados como valores para a condição de conforto térmico uma temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento e uma temperatura do ar de 25°C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento.

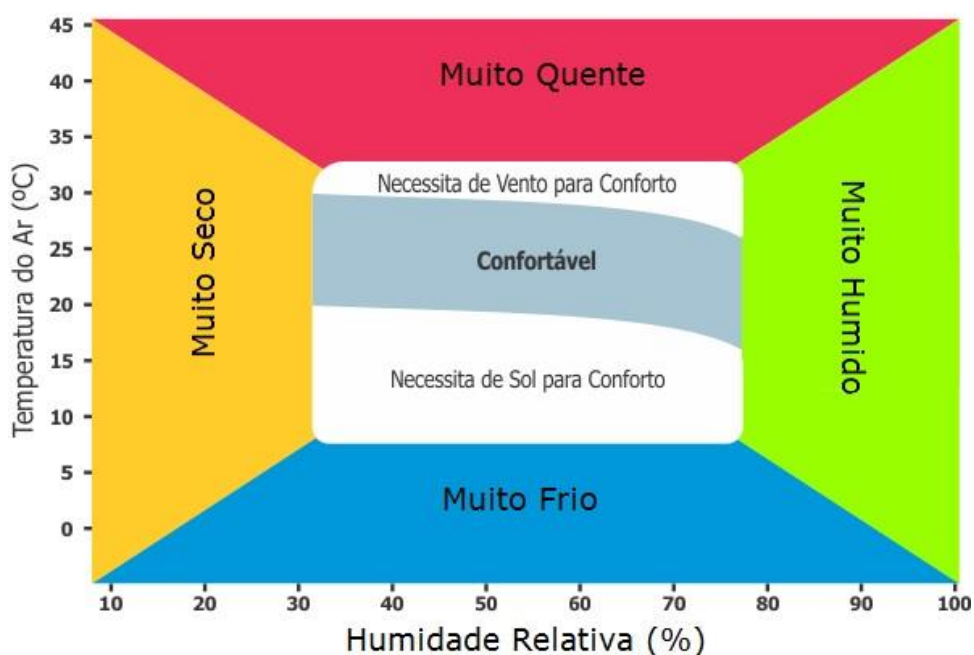


Figura 3-4 - Demonstração de valores de conforto térmico, Projeto QUAMIS [29]

O corpo humano possui mecanismos para controlar as trocas de calor entre si e o ambiente em que se encontra, de forma a igualar a energia produzida no interior do corpo e as perdas térmicas para o ambiente. A esta função chama-se balanço térmico no corpo humano. A energia que é produzida no interior do corpo é chamada de atividade metabólica, esta depende do tipo de atividade efetuada. [39] Então o conforto térmico depende da atividade física que se desempenha num determinado momento e ambiente. (tabela 3.5)

Tabela 3-5 - Intensidade da atividade metabólica em função do tipo de atividade humana [40]

Atividade	Intensidade da Atividade Metabólica	
	met	W/m ²
Dormir	0,7	46
Sentado	1	58
Andar (1,2 m/s)	2,6	110
Escrever	1,1	60
Conduzir	1,2	60 - 115
Cozinhar	1,6 a 2	95 - 115
Dançar	2,4 a 4,4	140 - 255
Desportos	3,6 a 8,6	210 - 505

Nota: “met” ou equivalente metabólico é a unidade utilizada para quantificar a intensidade da atividade física realizada. O “met” corresponde ao calor libertado por uma pessoa em descanso - 100 W, considerando que, em média, uma pessoa tem uma superfície de pele de 1,8 m², 1 met corresponde a 58,2 W/m².

Um fator também importante para o conforto térmico é a roupa que é utilizada por cada pessoa. Sendo assim, o conforto térmico depende da roupa utilizada. (tabela 3.6)

Tabela 3-6 - Efeito de isolamento proporcionado pelos tipos de vestuário, McCullough and Jones, 1984

Vestuário	clo
Calções, camisa de manga curta	0,36
Calças, camisa de manga curta	0,57
Calças, camisa de manga comprida	0,61
Igual ao anterior mais casaco	0,96
Calças, camisa de manga comprida, t-shirt, camisola	1,01
Igual ao anterior mais casaco	1,30
Saia até ao tornozelo, camisa de manga curta, meias, sandálias	0,54
Igual ao anterior mais casaco	1,10

Nota: “clo” é a unidade utilizada para caracterizar o efeito de isolamento proporcionado pelo vestuário. O “clo”, corresponde ao isolamento térmico de um conjunto de vestuário igual a 0,155 (°C.m²)/W.

3.1.3 Conforto Acústico

O conforto acústico está ligado a hábitos e práticas culturais, mais do que o conforto térmico. Nas nossas casas é uma condição importante a procurar alcançar para o nosso bem-estar, para a nossa saúde e para a nossa longevidade. O desconforto acústico tem uma enorme influência sobre a nossa capacidade de concentração, condicionando a nossa produtividade, tornando-se também um forte motivador de ação.

Ruído

O ruído é um tipo de som desagradável ou indesejável, suscetível de causar incomodidade ao auditor.

Tabela 3-7 - Relação entre fontes sonoras e nível de ruído [29]

Fontes Sonoras	Nível Decibel (dB(A))
Concerto de rock; descolagem de um avião a jato; disparo de uma arma	120 - 140
Motosserra; pressão de ar; discoteca; camião	100 - 120
Ferramentas elétricas; motociclos; fábricas; martelo pneumático	90 - 100
Cortador de relva; metro; funcionário de um restaurante	75 - 90
Trânsito rodoviário; secador de cabelo; telemóvel; rádio	70 - 80
Conversa normal	50 - 70
Escritório silencioso	40 - 45
Sussurrar	20 - 50

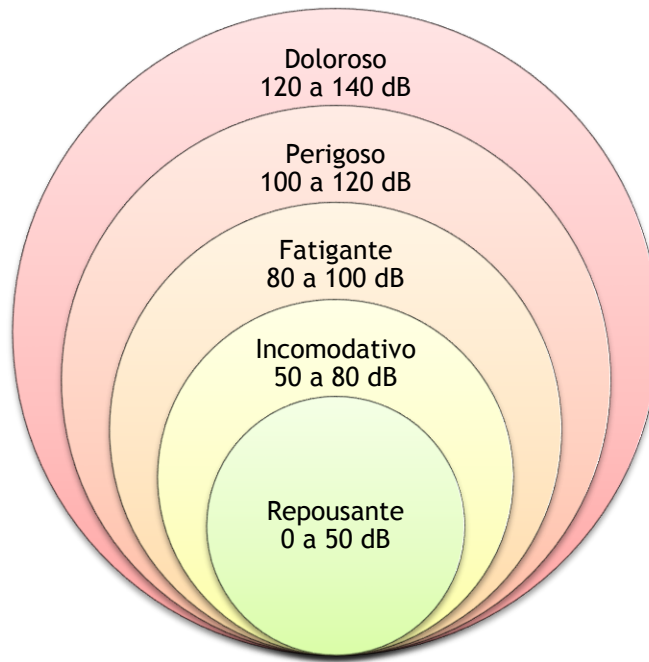


Figura 3-5 - Relação entre níveis de ruído e bem-estar, adaptado de [29]

O ruído tem efeitos sobre o organismo pessoal e sobre o comportamento, rendimento e a comunicação. Sobre o organismo este pode afetar a audição e causar exposição aguda, efeitos traumáticos ou exposição crónica, também pode causar problemas sem ser ao nível da audição como alterações do ritmo cardíaco, alteração do ritmo respiratório, alterações das secreções gastrointestinais ou alteração hormonal. Sobre o comportamento o ruído pode causar nervosismo, irritabilidade, ansiedade, agressividade ou intolerância, também afeta o rendimento causando falta de atenção, perda de eficácia e fadiga.

3.1.4 Conforto Visual

O conforto visual é uma condição importante a atingir e, com a crescente qualidade da envolvente dos nossos edifícios, podemos hoje usufruir de uma abundante iluminação natural em casa sem problemas de sobreaquecimento. Esta condição também promove o nosso bem-estar, a saúde e a nossa produtividade. O desconforto visual é um forte motivador para atuarmos no sentido de alterar as condições em que nos encontramos quando estas não são adequadas.

Este conforto visual é determinado pelo panorama do edifício para o exterior, ou seja a vista, que tem extrema importância para o nosso bem-estar. Também é determinado pela quantidade e qualidade de iluminação, seja natural ou não. Como os nossos olhos são recetores extremamente sensíveis e complexos precisamos de conforto para funcionarem de forma eficiente e serem saudáveis, apesar de nem toda a radiação solar ser benéfica para o ser humano, a luz natural emitida pelo sol, com o seu largo espectro de tipos de radiação é a que melhor assimilamos, a mais confortável e a que menos cansaço nos causa.

As áreas envidraçadas contribuem para a otimização do desempenho energético, se devidamente instalados e que respeitem as especificações técnicas. Estas permitem uma penetração de radiação solar benéfica para os utilizadores. Também é importante um sistema de controlo operável pelos utilizadores para regular a entrada de radiação conforme a meteorologia. O ângulo médio em que os raios solares batem na terra também variam, resultantes da inclinação do eixo da Terra em relação ao plano orbital e da sua localização geográfica, em Portugal varia entre 28° no dia 21 de Dezembro e 75° no dia 21 de Junho.

Iluminação

Um bom sistema de iluminação, com o uso adequado de cores e texturas, criação de contrastes e escolha adequada de lâmpadas pode produzir ambientes que promovem o bem-estar, resultando em um conforto visual perfeito. Para se obter um conforto visual adequado devemos escolher lâmpadas que reproduzam adequadamente as cores e luminâncias que evitem o ofuscamento direto ou indireto. Devemos também explorar ao máximo a luz natural por esta ser mais confortável para os nossos olhos e assim estimulando o consumo racional e sustentável de energia.

A escolha correta da cor da lâmpada (temperatura de cor) influencia diretamente na sensação que o ambiente transmite. Dependendo da utilização do espaço o ideal é adequar as cores de acordo com o uso.

Utilizar cores brancas e frias para iluminar grandes áreas e espaços de trabalho. Normalmente grandes comércios e indústrias, como supermercados e lojas de centros comerciais, usam esta cor de iluminação com temperaturas de cor entre 3 000 a 6 000 K.



Figura 3-6 - Iluminação comercial de loja [41]

Em habitações, quartos e salas normalmente usam-se cores amarelas, com temperaturas de cor inferiores a 3 000 K, para provocar a sensação de conforto.



Figura 3-7 - Iluminação de sala de estar [41]

Vista para o exterior

É importante para o nosso bem-estar psicológico manter o contacto visual com os elementos naturais, porque o contacto com a Natureza reforça a nossa sensação de serenidade e confiança. Uma superfície ampla de água que possamos ver da janela da sala ou quarto é um aspeto positivo a considerar na conceção de espaços habitacionais e de serviços, por exemplo.

Nas grandes cidades as habitações mais procuradas são as que têm vista para o horizonte, não apenas porque são mais privilegiadas e se situam normalmente nos perímetros exteriores das zonas urbanas mas também porque o horizonte é uma dimensão que dá escala a todas as experiências em espaços urbanos.

Espaços verdes no tecido urbano

O conforto humano e a qualidade de vida associam-se aos benefícios climáticos e ambientais que a vegetação proporciona, como também às várias funcionalidades que estes espaços podem adquirir, influenciando o homem a vários níveis: psicológico, educativo, funcional, estético, cultural e desportivo.

Dadas as alterações e influências negativas que a intensificação da edificação provoca no clima urbano, os espaços verdes surgem como componentes indispensáveis na qualidade do ambiente e de vida, uma das importantes funções da vegetação consiste no controle do microclima, contribuindo para a sua amenização, através das suas propriedades de termo regularização, controle da humidade, controle das radiações solares, absorção de CO₂ e aumento do teor em O₂, proteção contra o vento, contra a chuva e o granizo e proteção contra a erosão.

Os espaços verdes são também úteis na separação física do trânsito automóvel da circulação de peões, filtram os gases tóxicos produzidos pelos automóveis, absorvem parte do ruído provocado e reduzem o encadeamento.

Têm um papel importante na ligação dos vários espaços diferenciados entre si e na amenização de ambientes, pelo contraste entre a suavidade do material vivo inerente à vegetação e o carácter inerte e rígido dos pavimentos e outras superfícies construídas.

Desempenham ainda funções culturais, de integração, de enquadramento, didáticas, de suporte de uma rede contínua de percursos para peões, de jogo, lazer e recreio. O interesse cultural do espaço verde urbano pode sintetizar-se na possibilidade de incentivar as pessoas à apreensão e vivência dos objetos e dos conjuntos em que se organizam.

As espécies vegetais, de diferentes formas, cores e texturas, constituem elementos plásticos com os quais se pode aumentar o interesse estético dos espaços urbanos.

A observação e contemplação da vegetação pela população urbana possibilitam a perceção da sequência do ritmo das estações, e de outros ciclos biológicos, o conhecimento da fauna e flora espontânea e cultivada, o conhecimento dos fenómenos e equilíbrios físicos e biológicos.

3.2 Relação entre patologias na construção e efeitos na saúde

A qualidade das habitações tem um forte impacto na saúde dos ocupantes. Uma casa seca, quente e segura está associada com uma melhor saúde do ocupante. Mais características que a tornam melhor incluem o espaço urbano envolvente, a percepção de segurança e as acessibilidades.

A relação exata entre a qualidade da habitação e a saúde dos ocupantes é complexa e difícil de entender pelo cidadão comum. Contudo, estudos baseados em resultados obtidos que relacionam patologias na construção e efeitos da saúde sugerem que uma habitação de fraca qualidade e insalubre está associada a riscos acrescidos de problemas cardiovasculares, doenças respiratórias, depressão e ansiedade. Alguns dos perigos que aumentam o risco de doenças incluem humidade, bolor, excesso de frio e defeitos estruturais que aumentam o risco de acidente, como é o caso de fraca luminosidade ou falta de corrimãos nas escadarias.

Os riscos são multiplicados quando se tratam de ocupantes idosos ou crianças, sendo que estes estão mais sujeitos a determinadas patologias.

Referem-se de seguida alguns exemplos de riscos para a saúde.

Conforto térmico

São exemplos de efeitos na saúde provocados pela ausência de conforto térmico:

- Transpiração;
- Aumento da frequência cardíaca;
- Mal-estar psicológico;
- Desequilíbrio de sais no organismo;

Se a temperatura de um ser humano for inferior a 28 °C, este pode ter sérios problemas cardíacos e de arritmia. Acima de 46°C, pode ter danos cerebrais irreversíveis. Assim, é muito importante um bom conforto e controlo térmico.

O objetivo nas habitações é proporcionar condições higrotérmicas tais que seja reduzido ao mínimo a necessidade do corpo humano utilizar os seus mecanismos de regulação térmica.

Ruído

A exposição ao ruído pode colocar os ocupantes de um edifício perante uma série de riscos para a sua saúde:

- Perda de audição;
O ruído excessivo prejudica as células capilares da cóclea, parte do ouvido interno, conduzindo à perda de audição.
- Efeitos fisiológicos;
Existem provas de que a exposição ao ruído tem efeitos sobre o sistema cardiovascular provocando a libertação de catecolaminas e o aumento da pressão arterial. Os níveis de catecolaminas no sangue (incluindo epinefrina/adrenalina) estão associados ao *stress*.
- *Stress* relacionado com o trabalho;
O ruído no ambiente de trabalho pode ser stressante, mesmo em níveis bastante baixos.
- Risco acrescido de acidentes.
Os elevados níveis de ruído dificultam a audição e a comunicação dos trabalhadores entre si e aumentam, por conseguinte, a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Partículas suspensas no ar

A gama de tamanhos das partículas ou aerossóis preocupantes para a saúde humana é de 0,1 a 10 μm . As partículas inferiores a 0,1 μm são geralmente inaladas, enquanto as partículas superiores a 10 μm são filtradas pelo nariz. As partículas pequenas que chegam à região torácica, são responsáveis pela maioria dos efeitos adversos na saúde, e foram desenvolvidas normas para estas partículas de tamanho inferior a 10 μm , também genericamente conhecidas por PM_{10} .

Níveis excessivos de partículas podem causar reações alérgicas, tais como olhos secos, irritações de nariz e pele, tosse, espirros e dificuldades respiratórias. Os efeitos da exposição às partículas do fumo do tabaco vão desde as dores de cabeça a irritações de curta duração nos olhos, nariz e garganta, às doenças do foro respiratórias e do coração, sobretudo nos grupos alvo mais sensíveis, como as crianças e as pessoas idosas.

Dióxido de carbono

O dióxido de carbono é essencial para a sobrevivência dos seres. O oxigénio é levado para o corpo durante a respiração e o dióxido de carbono é libertado. O gás protege o nível de pH no sangue. No entanto, dióxido de carbono em excesso pode diminuir a quantidade de oxigénio que entra no corpo humano, qualquer aumento ou diminuição da quantidade deste gás no corpo pode levar à insuficiência renal ou a coma.

Monóxido de carbono

O monóxido de carbono é extremamente tóxico. Este composto combina-se com a hemoglobina no sangue, reduzindo o transporte do oxigénio para as células do corpo. Em níveis elevados, os sintomas de exposição incluem, dores de cabeça, diminuição do estado de vigília, sintomas análogos aos da gripe, náuseas, fadiga, respiração rápida, dor no peito, confusão e raciocínio diminuído. O grau em que estes sintomas ocorrem depende do estado de saúde e da sensibilidade dos individuais, logo as respostas específicas a uma dada concentração variam de indivíduo para indivíduo.

Ozono

Este gás é extremamente oxidante e reativo sendo um poluente perigoso para a saúde quando presente na troposfera em excesso. Quantidades relativamente pequenas podem causar dores no peito, tosse, respiração acelerada e irritação na garganta. O ozono pode também piorar doenças respiratórias crónicas, tais como asma e comprometer a capacidade do corpo de combater infeções respiratórias, pessoas saudáveis, assim como as com dificuldades respiratórias podem sofrer de problemas respiratórios quando expostos ao ozono.

Formaldeído

O formaldeído é uma substância química irritante e desperta a sensibilidade das mucosas. Os sintomas incluem a garganta seca ou dorida, dores de cabeça, fadiga, problemas de memória e concentração, náuseas, vertigens, falta de ar, ardor nos olhos. Os efeitos irritantes têm sido associados a concentrações numa gama média de 0,5 ppm. Concentrações inferiores a 0,01 ppm têm sido assinaladas por afetarem indivíduos sensíveis.

Compostos orgânicos voláteis

Os COV's podem ser desconfortáveis em concentrações muito inferiores aos valores limites. Numa gama de exposição de 0,3 a 3 mg/m³, podem surgir odores, irritação e desconforto como resposta à presença de COVT, juntamente com desconforto térmico e de *stress*. Para valores superiores a 3 mg/m³, é possível esperar queixas e acima de 25 mg/m³ foram identificados desconforto temporário e irritação respiratória para uma mistura de COV's comuns. Uma vez que o conhecimento disponível sobre toxicologia e efeitos sensíveis dos COV's e das suas misturas é incompleto, é desejável a redução de qualquer exposição aos COV's.

Radão

Os níveis de radão no exterior são relativamente baixos, no entanto quando o radão entra numa casa este pode subir para níveis que podem representar riscos significativos à saúde dos ocupantes. O radão causa cancro nos humanos, é classificado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) como um carcinogéneo de "Grupo A".

Bactérias

A maioria das bactérias existentes no ar interior de edifícios é proveniente da pele e trato respiratório humano. As bactérias de origem humana ou comensais são Gram (+), não apresentando, em geral, riscos para a saúde humana. As bactérias Gram (-) são raras em ambiente interiores e são patogênicas para o Homem.

Fungos

Os fungos são prejudiciais para a saúde. Assim que são inalados, estes podem produzir alergias, repetidas dores de cabeça ou infecções na pele. Pessoas que são alérgicas ou sofram de doenças como asma ou bronquite, estão mais vulneráveis a ser atacadas. Algumas espécies produzem micotoxinas, que podem ser muito venenosas e provocar distúrbios do fígado ou dos rins ou até mesmo aparecimento de doenças cancerígenas.

Legionella

A exposição a esta bactéria pode provocar infecções respiratórias, a mais conhecida é a Doença dos Legionários, que foi assim chamada porque após a convenção da Legião Americana em 1976, no hotel Bellevue Stratford, na Filadélfia, 34 participantes morreram e 221 adoeceram com pneumonia.

A infecção transmite-se por inalação de gotículas de vapor de águas contaminada, aerossóis de dimensões tão pequenas que veiculam a bactéria para os pulmões, possibilitando a sua deposição nos alvéolos pulmonares. A ingestão da bactéria não provoca infecção, nem se verifica o contágio entre pessoas. Esta doença atinge em especial adultos, entre os 40 e 70 anos de idade, com maior incidência nos homens. Os fumadores, pessoas com problemas respiratórios crónicos, doentes renais e de um modo geral imunodeprimidos têm maior probabilidade de contrair esta doença.

Chumbo

Concentrações elevadas de chumbo no sangue afetam os rins, órgãos reprodutivos, sistema nervoso e funções cognitivas.

3.3 Método Inglês

No método do “*Housing Health and Safety Rating System*” (HHSRS) [42] utilizado no Reino Unido, as patologias nas habitações foram classificadas pela sua influência na saúde do ocupante, sendo as consideradas mais perigosas a reduzida qualidade do ar, excesso de calor, frio ou humidade (fracas condições higrotérmicas), presença de radão, ruído, existência de bactérias ou ácaros e fogos.

Esta classificação foi baseada em testemunhos e casos reais relativos a patologias que afetaram a saúde dos ocupantes e nos números afetados ao longo dos anos por estes problemas.

O HHSRS é utilizado como um guia de classificação e avaliação de perigos nas habitações para a saúde humana, neste segue-se uma metodologia que começa pela identificação dos perigos existentes num edifício. De seguida é avaliado o risco para a saúde dos ocupantes através de ponderações e classificações. No final de todos os perigosos identificados e classificados é atribuída uma pontuação que dita uma classe de saúde da habitação.

Segundo este sistema existem problemas de saúde dos ocupantes que se relacionam diretamente ou indiretamente com deficiências no edifício.

Nas páginas seguintes descreve-se as principais categorias de problemas, os grupos mais vulneráveis, os efeitos na saúde, as causas, as medidas de prevenção e os valores ideais indicados no método HHSRS.

Humidade e bio organismos

Ameaças à saúde associadas com a existência de ácaros ou bolores resultantes da presença de humidade nos edifícios.

Grupo mais vulnerável:

Todas as pessoas menores de 14 anos de idade.

Efeitos na saúde:

Exposição a estes organismos a longo prazo pode provocar irritações respiratórias. Se um indivíduo já sofre de problemas respiratórios como asma ou tosse, a exposição, mesmo que em baixos níveis, pode agravar esses problemas de saúde. A pessoas sensíveis, a exposição prolongada pode provocar asma e a gravidade deste problema respiratório é tanto maior quanto maior os níveis de presença de organismos e humidade do ar. Alguns tipos de fungos são tóxicos, cancerígenas e podem causar infeções. Estas toxinas podem provocar sintomas como diarreia e náusea, enfraquecendo o sistema imunitário e estão relacionadas com cancro.

Causas:

Fraca ventilação do ar interior, temperaturas interiores altas nos meses de Inverno mais húmidos, presença de humidades no interior são algumas das causas. Ácaros e bolores crescem em condições de elevada humidade e o seu crescimento também é influenciado pela temperatura. Quando os valores de humidade relativa estão dentro de um intervalo ótimo, o aumento de temperatura elimina esses organismos. Contudo, em locais com elevados valores de humidade relativa (acima de 70%) o aumento de temperatura pode resultar num aumento do crescimento destes organismos. O aparecimento de humidade é resultante da arquitetura, construção, ocupação e atividade do edifício. Pequenos níveis de humidade são gerados através da respiração enquanto atividades como cozinhar, secar roupa e banhos geram picos de humidade. As condições higrotérmicas são consideradas o fator mais importante num edifício com esta anomalia.

Medidas de prevenção e valores ideais:

Os edifícios devem ser amenos, secos e bem ventilados. A humidade relativa no interior deve estar entre 40% a 60%. Humidade exterior deve ser evitada através da impermeabilização adequada de portas e janelas.

Todas as divisões onde existe o uso de água devem ser devidamente construídas para prevenir e minimizar o risco de humidades devido a salpicos ou fugas de água durante o seu uso.

Deve existir uma rede de águas pluviais devidamente construída, incluindo caleiros, tubos de queda e ligações a caixas que encaminhem a água para meios de evacuação.

Desvãos sanitários ou desvãos em coberturas devem ser devidamente ventilados.

Devem existir meios mecânicos ou passivos de ventilação para extrair e conduzir vapores para o exterior, devidos a atividades como cozinhar, banho ou secagem de roupa.

Excesso de frio

Problemas de saúde devidos a temperaturas interiores baixas.

Grupo mais vulnerável:

O grupo mais vulnerável são os idosos com mais de 65 anos de idade.

Efeitos na saúde:

Pequenos riscos de saúde com temperaturas entre 16°C e 18°C.

Graves riscos de saúde com temperaturas abaixo de 16°C, agravando condições respiratórias e cardiovasculares.

Abaixo de 10°C o risco de hipotermia é elevado.

A temperatura interior de conforto é 21°C, embora o frio não se sinta até abaixo dos 18°C. Temperaturas abaixo de 16°C podem provocar graves riscos de saúde, agravando condições respiratórias e cardiovasculares. Abaixo de 10°C o risco de hipotermia é elevado, em especial nos idosos.

Problemas de coração e doenças respiratórias são responsáveis pela maior parte de casos de morte durante o Inverno.

Causas:

A percentagem de mortes devido a este problema aumenta durante o Inverno em edifícios com fraco nível de eficiência energética. Existe um agravamento em edifícios mais antigos.

Doenças relacionadas com o frio são em parte determinadas pelas características de um edifício e em parte pelo fator de ocupação, por exemplo, uma baixa ocupação num edifício projetado para maior presença de pessoas pode sofrer de custos excessivos de aquecimento ou baixa temperatura interior.

A eficiência energética de um edifício depende da inércia térmica deste, da sua dimensão e arquitetura, dos meios de aquecimento e ventilação e da sua orientação e exposição.

Ventilação excessiva desperdiça calor e reduz as temperaturas interiores, isto também causa correntes de ar e desconforto.

Medidas de prevenção e valores ideais:

O isolamento térmico deve ser suficiente para minimizar perdas de calor. A quantidade de isolamento necessário depende de vários fatores, como por exemplo a localização geográfica, exposição solar, edifícios em volta e orientação.

O aquecimento deve ser controlado pelos ocupantes e deve ser propriamente instalado e preservado.

Excesso de calor

Efeitos na saúde devidos a temperaturas interiores excessivamente altas.

Grupo mais vulnerável:

O grupo de pessoas mais vulneráveis são os idosos com mais de 65 anos de idade.

Efeitos na saúde:

Altas temperaturas podem aumentar a tensão cardiovascular e quando a temperatura excede os 25°C o risco de mortalidade e de ataques cardíacos é elevado.

As ondas de calor provocam alterações no ar, os níveis de ozono sobem o que pode provocar problemas respiratórios aos grupos mais sensíveis.

Os idosos, em especial aqueles com problemas cardiovasculares já existentes, e os mais jovens (crianças) são mais vulneráveis que outros grupos.

Causas:

O ganho solar de temperatura é influenciado pela área e orientação do edifício, o sombreamento exterior e a inércia térmica da habitação. Ventilação mecânica e passiva permitem controlar a temperatura interior. Defeitos no sistema de aquecimento também pode ser uma causa de excesso de calor no edifício.

Edifícios multifamiliares estão mais propícios a serem afetados por este problema, em particular os fogos localizados sob a cobertura, os fogos que só têm exposição orientada a sul e aqueles cujo sistema de aquecimento não é controlado pelo ocupante.

Medidas de prevenção e valores ideais:

O edifício deve ter uma inércia térmica suficiente e uma orientação ideal, tendo em conta o seu método construtivo, a sua posição geográfica e a sua posição em relação a edifícios em redor.

Quando existe uma exposição solar a sul exagerada deve existir meios de sombreamento, como palas, estores ou portadas, de modo a ser possível controlar o ganho solar térmico nos meses mais quentes.

Devem existir meios de arrefecimento durante a estação quente, tanto por ventilação natural ou ar condicionado. Estes meios devem ser controláveis, devidamente instalados e apropriados ao local. A abertura de janelas pode provocar ventilação, apesar de ser uma solução à qual os ocupantes podem estar mais relutantes a usar devido a questões de segurança ou devido a ruídos do exterior, em especial durante o período da noite.

Deve existir uma forma de o ocupante poder controlar a temperatura dos sistemas de aquecimento.

Presença de amianto ou fibras minerais

Ameaças à saúde dos ocupantes devido à presença de fibras de amianto e/ou fibras minerais no interior dos edifícios.

Grupo mais vulnerável:

Não existe um grupo de indivíduos mais vulnerável que outros.

Efeitos na saúde:

Amianto:

Os riscos do amianto para a saúde estão associados à sua inalação, riscos derivados de ingestão e contacto são mínimos.

A inalação de fibra de amianto pode causar doenças pulmonares, cancro do pulmão, que tipicamente se manifesta décadas depois da primeira exposição.

Fibras minerais:

As fibras minerais incluem lã de rocha e fibras de vidro que estão presentes em isolamentos térmicos e acústicos. Estas fibras são irritantes para a pele, olhos e pulmões e existem relatos de problemas respiratórios associados a exposições a estas fibras em habitações.

Causas:

O amianto está incorporado numa série de produtos de construção. Nas construções mais habituais existem alguns materiais de construção que contêm amianto, os níveis de fibras deste tipo contidas no ar interior normalmente não excedem os valores de risco para a saúde.

No entanto, edifícios mais antigos contêm grandes quantidades de produtos com amianto em locais vulneráveis à sua exposição.

As concentrações de amianto no ar interior da maioria das habitações apresentam um risco mínimo para a saúde, no entanto em edifícios onde existe materiais com amianto danificados e existe uma libertação constante desta fibra para o ar, é mais preocupante. Uma semana de exposição nestas condições equivale a 14 anos de uma exposição normal em níveis controlados. Atividades como canalizações ou alteração de redes que envolvam a destruição destes materiais podem gerar a libertação destas fibras para o ar interior. É necessário um cuidado no momento destas intervenções menos frequentes.

Medidas de prevenção e valores ideais:

O amianto não deve estar presente no interior de habitações, contudo, onde ele existe, deve ser identificada a fonte e reparada de imediato.

Presença de biocidas

Ameaças a saúde dentro da habitação derivadas do uso de químicos presentes em produtos de tratamento de acabamentos.

Grupo mais vulnerável:

Não existe um grupo de indivíduos mais vulnerável que outros.

Efeitos na saúde:

Os biocidas são usados para prevenir o crescimento ou aparecimento de insetos, fungos e bactérias, ou eliminar se já presentes. O perigo depende do tipo de biocida usado.

A maior ameaça a saúde deriva da inalação, embora o contacto com a pele ou a ingestão também sejam um problema, nomeadamente em crianças pequenas.

Causas:

Só são detetados problemas quando estes biocidas são usados incorretamente.

Medidas de prevenção e valores ideais:

Embora o uso de biocidas deva ser evitado, frequentemente são necessários para o tratamento de madeiras, por exemplo. O uso destes deve ser de acordo com as instruções e devem ser tomadas as precauções necessárias.

Monóxido de carbono

Problemas de saúde que podem resultar da presença de elevados níveis de monóxido de carbono dentro da habitação.

Grupo mais vulnerável:

O grupo de indivíduos mais vulnerável é o de idosos maiores de 65 anos de idade.

Efeitos na saúde:

O monóxido de carbono é incolor, inodoro e extremamente tóxico. A hemoglobina presente no sangue tem uma maior afinidade por monóxido de carbono do que por oxigénio, o que provoca uma redução do corpo humano em obter oxigénio.

Em altas concentrações o monóxido de carbono pode provocar perda de consciência e/ou morte. Em baixas concentrações provoca uma série de sintomas, como dores de cabeça, sonolência, fraqueza, náusea, confusão, desorientação e fadiga. Estes sintomas são habitualmente confundidos com falta de descanso ou depressão. Em pessoas com problemas cardiovasculares pode provocar um aumento de dores peitorais.

Os indivíduos mais vulneráveis à exposição deste gás são crianças, idosos e pessoas com anemia, doenças de coração ou de pulmão. O maior número de mortes devido a envenenamento por monóxido de carbono ocorre em idosos de idades já bastante avançadas, especialmente em pessoas com mais de 75 anos. Isto acontece por várias razões, como por exemplo o facto de estas pessoas sofrerem de vários problemas de coração e de passarem a maior parte do seu tempo no interior das suas habitações.

Causas:

A principal origem de monóxido de carbono no interior de habitações vem da combustão incompleta de todos os combustíveis que contenham carbono, incluindo gás, óleo e combustíveis fósseis.

Outra origem deste gás vem da exaustão de veículos, em particular quando existem garagens nas habitações.

Cozinhados a gás podem libertar gases de combustão no interior da habitação e sem uma ventilação apropriada podem ser atingidos valores de risco.

Medidas de prevenção e valores ideais:

Equipamentos que sejam alimentados por combustíveis fósseis, gás ou óleo devem ser corretamente instalados e conterem uma ventilação adequada.

Deve existir um *hall* ventilado entre uma garagem interna e uma divisão habitada.

Podem existir detetores de monóxido de carbono que alertam os ocupantes do perigo, permitindo assim tomar medidas para prevenir uma fuga continua.

Presença de chumbo

Perigos para a saúde associadas à ingestão de partículas de chumbo.

Grupo mais vulnerável:

O grupo mais vulnerável são os menores de 3 anos de idade e as mulheres grávidas.

Efeitos na saúde:

Existem duas principais origens de chumbo no interior de habitações, tinta e canalizações. Outra origem pode ser o solo, em redor do edifício devido aos restos de tinta exterior ou perto de estradas devido à libertação de fumos de combustíveis que contenham chumbo.

O chumbo é um metal pesado que, quando ingerido, fica acumulado no corpo e tem efeitos tóxicos no sistema nervoso, desenvolvimento cognitivo e produção de sangue. Exposição contínua, mesmo com níveis baixos, pode causar atrasos mentais e problemas comportamentais em crianças.

O grupo mais vulnerável é o de crianças entre os 0 e 3 anos por causa do efeito do chumbo no desenvolvimento neurológico. As mulheres grávidas também são das mais vulneráveis devido a ingestão de chumbo na água.

Causas:

O maior perigo de exposição a este metal é observado na remoção de tintas à base de chumbo nos edifícios. Tintas à base de chumbo eram muito usadas em edifícios construídos antes dos anos 60.

Também pode ser observada contaminação por chumbo nas redes de água das habitações, normalmente devido às tubagens ou às soldas usadas nas uniões de tubos.

Medidas de prevenção e valores ideais:

Uma opção mais segura à remoção de tinta à base de chumbo é pintar por cima desta com outra tinta. No entanto, se a tinta se encontrar deteriorada é necessário uma remoção. Isto deve ser feito com as devidas precauções para prevenir ingestão de partículas e deposição no solo durante este processo.

Instalações de redes de águas com tubos de chumbo estão proibidas atualmente.

Radiação

Ameaças à saúde dos ocupantes devidas a radiação.

Grupo mais vulnerável:

O grupo mais vulnerável são pessoas com idades entre 60 a 64 anos que estiveram expostas a radiação durante a sua vida.

Efeitos na saúde:

A radiação é um processo de emissões de energia na forma de ondas ou partículas. Existem duas formas de radiação, ionizada e não ionizada. Radiação ionizada inclui partículas alfa que resultam do decaimento do radão, esta pode atravessar os tecidos do corpo humano e tem energia suficiente para danificar o ADN e causar mutações genéticas. Radiação não ionizada, como a radiação ultravioleta, micro-onda e frequências de rádio não têm energia suficiente para danificar o ADN diretamente.

O gás radão é o segundo maior causador de cancro do pulmão, a seguir ao fumo de tabaco, e as maiores exposições a este gás ocorrem no interior das habitações.

Causas:

As concentrações de radão variam de local para local. Estas tendem a ser maiores em área onde os solos são graníticos mas pode ocorrer noutras zonas.

Ao ar livre o radão é diluído a baixas concentrações mas em espaços confinados, como um edifício, pode acumular e atingir concentrações prejudiciais à saúde.

Medidas de prevenção e valores ideais:

Para edifícios existentes uma técnica de correção é criar um desvão inferior ao pavimento ventilado, de maneira a dispersar o gás para o ar livre.

Todos os edifícios novos devem ser construídos de maneira a nunca atingir valores elevados de radão.

Compostos Orgânicos Voláteis

Os compostos orgânicos voláteis são um grupo diverso de químicos gasosos e encontram-se numa grande variedade de materiais que temos em casa.

Grupo mais vulnerável:

Não existe um grupo de indivíduos mais vulnerável que outros.

Efeitos na saúde:

A maior parte destes compostos voláteis que é encontrada em habitações não relata nenhum efeito grave na saúde. Contudo, alguns podem provocar irritações curtas e reações alérgicas aos olhos, nariz, pele e canais respiratórios. Altas concentrações podem resultar em dores de cabeça, tonturas, náuseas e sonolência.

Pessoas que sofram de alergias ou asmáticos estão mais vulneráveis e podem reagir aos COV's a níveis de concentração mais baixos que o normal.

Causas:

Os COV's produzem vapores a temperaturas regulares (20°C a 25°C). No interior de edifícios algumas das origens são tintas, colas, solventes, combustões, madeiras compensadas ou aglomerados.

Outras origens de COV's são produtos de limpeza, fumo de tabaco, vernizes, mobiliário e revestimentos de paredes, pavimentos e tetos.

Medidas de prevenção e valores ideais:

As emissões de COV's devido a revestimentos de habitações, materiais de construção ou produtos de tratamento devem ser minimizadas. Sempre que possível usar materiais e produtos de baixas emissões. As habitações devem estar equipadas com meios adequados de ventilação.

4 | Caso de Estudo

“A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença.”
Organização Mundial de Saúde - OMS

4 | Caso de Estudo

4.1 Metodologia

4.2 Regulamentação de Lares de Idosos e Infantários

4.3 Caracterização dos Edifícios

4.4 Descrição do Método

4.5 Equipamentos de medição

4.6 Análise de resultados

4.1 Metodologia

Para a avaliação da qualidade do ar interior e de modo a ser possível recolher dados que sejam representativos da ocupação normal de espaços interiores foram efetuadas medições em três edifícios na cidade da Covilhã. Como visto anteriormente, os grupos mais vulneráveis são os mais jovens (crianças até aos 14 anos de idade) e os mais idosos (a partir dos 65 anos de idade). Nesta lógica foram escolhidos edifícios que tivessem como ocupação principal estes dois grupos. Nos edifícios escolhidos as medições foram realizadas em três compartimentos por edifício, onde o período de ocupação é maior.

Assim, para avaliar a QAI de edifícios residenciais foram estudados 3 edifícios, um lar de idosos e dois infantários. Foram estudados, para cada edifício, um zona de convivência comum, uma zona de refeições comum e uma zona onde a ocupação fosse na altura do descanso/sono.

As medições foram efetuadas respeitando as condições e recomendações impostas na Nota Técnica NT-SCE-02 publicada pela ADENE - Agência para a Energia.

Os ensaios foram efetuados de porta fechada e durante o período em que estavam ocupados ou logo após a sua ocupação.

Não foram medidas concentrações de agentes microbiológicos nem todas as concentrações de todos os agentes físicos e químicos, apenas os mais relevantes.

Os agentes avaliados foram os seguintes: temperatura interior e humidade relativa do ar, compostos orgânicos voláteis, dióxido de carbono, formaldeído e iluminância.

Neste capítulo descreve-se o método que foi posto em prática e apresentam-se os resultados obtidos através das medições para os nove compartimentos dos três edifícios avaliados, ao nível dos agentes anteriormente mencionados. Para cada poluente em cada compartimento são estudadas as suas possíveis origens.

Para além disto, é apresentada uma análise ao nível dos parâmetros de temperatura e humidade relativa, comparando-os com os valores de referência e de conforto indicados na regulamentação. Esta comparação visa compreender se estes dois parâmetros físicos estão a influenciar negativamente a qualidade do ambiente interior dos espaços. Também é analisado o parâmetro da luminosidade numa visão de estabelecer relações com o conforto visual nestes edifícios.

4.2 Regulamentação de Lares de Idosos e Infantários

Com toda uma evolução na preocupação da construção salubre foi necessário criar conjuntos de requisitos para a construção de novos edifícios e adaptação dos existentes. É neste contexto que surgem as Recomendações Técnicas para Equipamentos Sociais (RTES), como forma de adaptar este tipo de edifícios às novas exigências e tratar da sua qualidade e segurança.

As RTES [43] aplicam-se a novos estabelecimentos (a instalar em edifícios construídos de raiz ou em edifícios já existentes e a adaptar para o efeito) e a estabelecimentos existentes (em funcionamento ou com licenciamento aprovado à data de publicação das Recomendações Técnicas). Ao Instituto da Segurança Social compete o cumprimento destas recomendações.

Foram criadas duas ferramentas, uma aplicável a lares de idosos e outra a creches. Em ambas existe uma secção que trata a Segurança, Salubridade e Conforto. Nesta parte são incluídas informações sobre segurança estrutural, ao incêndio, contra intrusão e na utilização normal, assim como estanquidade à água, qualidade do ar interior e conforto higrotérmico, acústico, visual, táctil e mecânico.

São referidas de seguida algumas recomendações, presentes neste documento, que demonstram uma preocupação na qualidade do ambiente interior neste tipo de edifícios.

- IV.6 - Qualidade do ar interior: Os edifícios devem ser projetados, construídos e mantidos (edifícios novos), ou as intervenções de reabilitação (edifícios existentes) de forma a que a qualidade do ar no seu interior seja adequada, em permanência, à ocupação humana;
- IV.6.4.1.3 - São definidos valores de caudais de ventilação e renovações de ar por hora para cada tipo de atividade em diversos compartimentos;
- IV.6.5 - Recomendações complementares: É recomendado minimização das fontes de poluição interior (escolha de produtos de limpeza, materiais de revestimentos de paredes e tetos, etc.) e tipo de sistemas de ventilação (definem-se algumas recomendações sobre os sistemas a instalar);
- IV.6.6 - Definições: Neste subcapítulo define-se valores máximos de COVT, formaldeído, amónia e componentes cancerígenos medidos à superfície de materiais para serem considerados ecologicamente limpos;
- IV.7 - Conforto higrotérmico e eficiência energética: Os edifícios devem ser projetados, construídos e mantidos (edifícios novos), ou as intervenções de reabilitação (edifícios existentes) de forma a que permitam e mantenham no seu interior condições de conforto higrotérmico, tendo em conta o número e as exigências específicas dos

ocupantes dos diferentes locais e o normal funcionamento dos equipamentos neles instalados;

- IV.7.2.1.1 - Os edifícios e as suas instalações energéticas devem ser concebidos, projetados, construídos e utilizados de forma a minorar o consumo de energia, principalmente de energia fóssil, ao longo do ciclo de vida, incluindo a fase de construção, utilização e de fim de vida do edifício.
- IV.8 - Conforto acústico: Os edifícios devem ser projetados, construídos e mantidos (edifícios novos), ou as intervenções de reabilitação (edifícios existentes) de forma a que proporcionem aos utilizadores condições satisfatórias de conforto acústico, tendo em conta a sua localização em relação às fontes de ruído exteriores, as características da compartimentação e dos materiais de condicionamento acústico utilizados, e o ruído de equipamentos e instalações;
- IV.8.1.2 - Faz-se cumprir as exigências do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios para os edifícios hospitalares;
- IV.9 - Conforto visual: Os espaços interiores dos edifícios devem proporcionar condições de iluminação natural adequadas, dos pontos de vista de níveis de iluminação, uniformidade e ausência de encandeamento, para a realização de tarefas e atividades visuais que neles decorrem de um modo preciso, em condições de conforto e de segurança e sem fadiga visual para os utilizadores;
- IV.9.1.3 - São quantificados os valores que cada espaço/atividade deve respeitar;
- IV.9.2.3.1 - A iluminância mantida (E_m) nos espaços dos edifícios deve, em função das atividades visuais mais comuns neles realizadas, respeitar os valores indicados. São definidos valores recomendados para alguns compartimentos.
- IV.10 - Iluminação artificial e eficiência energética: Os sistemas de iluminação artificial (lâmpadas, luminárias e controlos) devem proporcionar um ambiente visual adequado, num determinado espaço, em condições de eficiência energética.

Como se pode verificar desta leitura são recomendações genéricas, de grande utilidade, mas que não determinam valores concretos com vista à verificação do seu cumprimento.

4.3 Caracterização dos Edifícios

Os edifícios em estudo são edifícios de serviços e lar. Trata-se de um edifício designado a lar de idosos e dois edifícios onde funcionam infantários.

4.3.1 Localização e Identificação

Os edifícios, situados no concelho da Covilhã são independentes, sendo que o Lar de Idosos e o Infantário 1 se localizam numa zona mais alta da cidade e o Infantário 2 numa zona mais central.

O edifício de Lar de Idosos localiza-se a uma altitude de 750 m, o Infantário 1 a 715 m e o Infantário 2 a 560 m.

Estes edifícios encontram-se a uma distância da costa atlântica de cerca de 112 km. De acordo com a legislação em vigor o Lar de Idosos e o Infantário 1 pertencem à zona climática I3 V2 e o Infantário 1 pertence à zona climática I2 V3.



Figura 4-1 - Localização dos edifícios; Lar de Idosos (A), Infantário 1 (B), Infantário 2 (C)

Segundo o Despacho n.º 15793-F/2013 foram determinados os parâmetros climáticos dos edifícios, como se apresenta na tabela 4.1.

Tabela 4-1 - Parâmetros climáticos do concelho da Covilhã e dos edifícios

Local	Covilhã	Lar de Idosos	Infantário 1	Infantário 2
Concelho	Covilhã	Covilhã	Covilhã	Covilhã
Região NUTS III	Cova da Beira	Cova da Beira	Cova da Beira	Cova da Beira
Altitude (m)	507 (ref.)	750	715	560
Distância ao litoral (km)	112	112	112	112
Zona climática de Inverno	I2	I3	I3	I2
Número de graus-dias de aquecimento (°C.dias)	1687 (ref.)	2027,20	1978,20	1761,20
Duração da estação de aquecimento (meses)	7,1 (ref.)	7,1	7,1	7,1
Zona climática de Verão	V3	V2	V2	V3
Temperatura exterior média (°C)	22,5 (ref.)	21,04	21,25	22,18

Lar de Idosos

A entrada principal do Lar de Idosos está orientada a Este. O edifício tem, na sua envolvente, outros edifícios que, devido à sua altura, não provocam sombreamento. O alçado principal é apresentado nas figuras 4.2 e 4.3.



Figura 4-2 - Alçado principal do Lar de idosos



Figura 4-3 - Alçado principal do Lar de idosos

Sendo este o edifício mais recente, construção de 2002, foi projetado para a atual utilização. Este cumpre o regulamento térmico que estava em vigor nesse ano (D.L. 40/90). Foi construído em estrutura reticulada de betão armado, lajes maciças, paredes duplas com caixa-de-ar de tijolo furado, com isolamento térmico e rebocadas com argamassa. Os pavimentos nos quartos são revestidos a madeira e envernizados, enquanto nos restantes compartimentos são revestidos a mosaico cerâmico. As caixilharias exteriores das zonas envidraçadas são em alumínio sem corte térmico, vidro duplo e transparente.

Infantário 1

A entrada principal do Infantário 1 está orientada a Sul. O edifício tem, na sua envolvente, outros edifícios que, devido ao seu distanciamento, não provocam sombreamento. O alçado principal é apresentado na figura 4.4.



Figura 4-4 - Alçado principal do Infantário 1

Este edifício é o mais antigo dos três edifícios estudados, a sua construção data de 1947, e teve utilizações diferentes ao longo do tempo. Foi construído com estrutura em alvenaria de pedra exterior, pavimento térreo e já foi alvo de diversas intervenções e reparações na cobertura. Neste edifício não existe estudo térmico, os pavimentos são revestidos em pavimento cerâmico no refeitório, dormitório e instalações sanitárias e as salas de atividades em soalho flutuante lavável. As paredes interiores são estucadas e pintadas à cor creme. As caixilharias deste edifício são em madeira com vidro simples transparente.

Infantário 2

A entrada principal do Infantário 2 está orientada a Norte. O edifício tem, na sua envolvente, outros edifícios mas que não provocam sombreamentos significativos. O alçado principal é apresentado na figura 4.5 e o alçado posterior na figura 4.6.



Figura 4-5 - Alçado principal do Infantário 2



Figura 4-6 - Alçado posterior do Infantário 2

A construção deste infantário data de 1988, em estrutura reticulada de betão armado de pilares e vigas, paredes exteriores duplas em tijolo com caixa-de-ar. Este edifício já foi alvo de várias remodelações, sendo projetado desde o início para a sua atual utilização. Neste edifício não existiu estudo térmico. Os pavimentos são revestidos a soalho em madeira nas salas de atividades e berçário, e a pavimento cerâmico nas zonas comuns e refeitório. As paredes interiores são estucadas e pintadas à cor branca com exceção em alguns compartimentos onde estão revestidos a madeira envernizada. As caixilharias exteriores são em alumínio sem corte térmico com vidro simples transparente.

O horário de funcionamento do Lar de Idosos é permanente, enquanto nos infantários é o seguinte: Segunda a sexta das 7 às 19 horas; Sábado e Domingo encerrado.

4.3.2 Caracterização dos espaços

Lar de Idosos

O edifício é constituído maioritariamente por quartos simples, duplos e triplos. Também existem na sua constituição duas salas de convívio, uma galeria, um refeitório, uma capela e um ginásio. Na zona de administração existem gabinetes médicos e de enfermeiros, sala de tratamento e escritórios.

As medições foram feitas nos locais de maior ocupação diária, como a sala de convívio dos utentes menos dependentes de auxílio médico, o refeitório do edifício e um dos quartos triplos.

A sala de convívio é ocupada durante a maior parte do dia por cerca de 25 utentes. No seu interior existe mobiliário, como cadeirões, mesas e estantes, equipamentos eletrónicos, como televisão e radiadores. Nas figuras 4.7 e 4.8 apresentam-se fotografias do compartimento.



Figura 4-7 - Sala de convívio do Lar de idosos



Figura 4-8 - Sala de convívio do Lar de idosos

O refeitório é utilizado por cerca de 25 utentes quatro vezes por dia nos horários das refeições. No interior existe mobiliário, cadeiras, mesas e bancadas, e equipamentos eletrónicos, como micro-ondas, frigoríficos e pequenos fornos elétricos. Nas figuras 4.9 e 4.10 apresentam-se fotografias do refeitório.



Figura 4-9 - Refeitório do Lar de idosos



Figura 4-10 - Refeitório do Lar de idosos

O quarto triplo onde foram feitas as medições é utilizado por 3 utentes durante toda a noite. No seu interior existe mobiliário de quarto, camas, armário e cómoda. Este é aberto para uma instalação sanitária com meios de apoio a acamados. Nas figuras 4.11 e 4.12 apresenta-se fotografias do quarto triplo.



Figura 4-11 - Quarto triplo do Lar de idosos



Figura 4-12 - Quarto triplo do Lar de idosos

Infantário 1

O edifício é constituído por salas de atividades, separadas por idade das crianças, instalações sanitárias, recreio, refeitório, cozinha e dormitório.

As medições foram feitas em locais de maior utilização diária, uma das salas de atividades das crianças, o refeitório e o dormitório do infantário.

A sala de atividades é ocupada por cerca de 8 crianças dos 3 aos 6 de idade e 2 educadoras, no seu interior existe mobiliário, como mesas, cadeiras e estantes e equipamentos eletrónicos, como rádios, computadores e televisões. Nas figuras 4.13 e 4.14 apresentam-se fotografias da sala de atividades.



Figura 4-13 - Sala de atividades do Infântario 1



Figura 4-14 - Sala de atividades do Infântario 1

O refeitório é ocupado por cerca de 20 crianças e educadoras duas vezes por dia, na hora de almoço e a meio da tarde. Este é composto por mobiliário de criança, mesas e cadeiras, e também está equipado com equipamentos como um micro-ondas e frigorífico. Na figura 4.15 apresenta-se o refeitório do infantário 1.



Figura 4-15 - Refeitório do Infantário 1

O dormitório é ocupado por cerca de 30 crianças e 2 auxiliares durante a tarde no período das 14h às 16h, este apenas contém colchões pequenos móveis e uma prateleira com uma televisão. Este compartimento também serve de recreio quando as crianças não podem usar o recreio exterior, devido a condições climatéricas por exemplo. Nas figuras 4.16 e 4.17 apresenta-se o dormitório do infantário.



Figura 4-16 - Dormitório do Infantário 1



Figura 4-17 - Dormitório do Infantário 1

Infantário 2

O edifício é constituído por salas de atividades, separadas por idade das crianças, instalações sanitárias, berçário, sala de bebés, recreio, refeitório, cozinha e no piso superior gabinetes de reunião e administração.

As medições foram feitas em locais de maior utilização diária, uma das salas de atividades das crianças, o refeitório e o berçário dos bebés. Neste infantário as crianças fazem a sesta na sala de atividades.

A sala de atividades escolhida é ocupada por cerca de 25 crianças dos 3 aos 6 de idade e 2 educadoras. No seu interior existe mobiliário, como mesas, cadeiras e estantes e equipamentos eletrónicos, como rádios, computadores e televisões. Nas figuras 4.18 a 4.20 apresentam-se fotografias da sala de atividades.



Figura 4-18 - Sala de atividades do Infantário 2

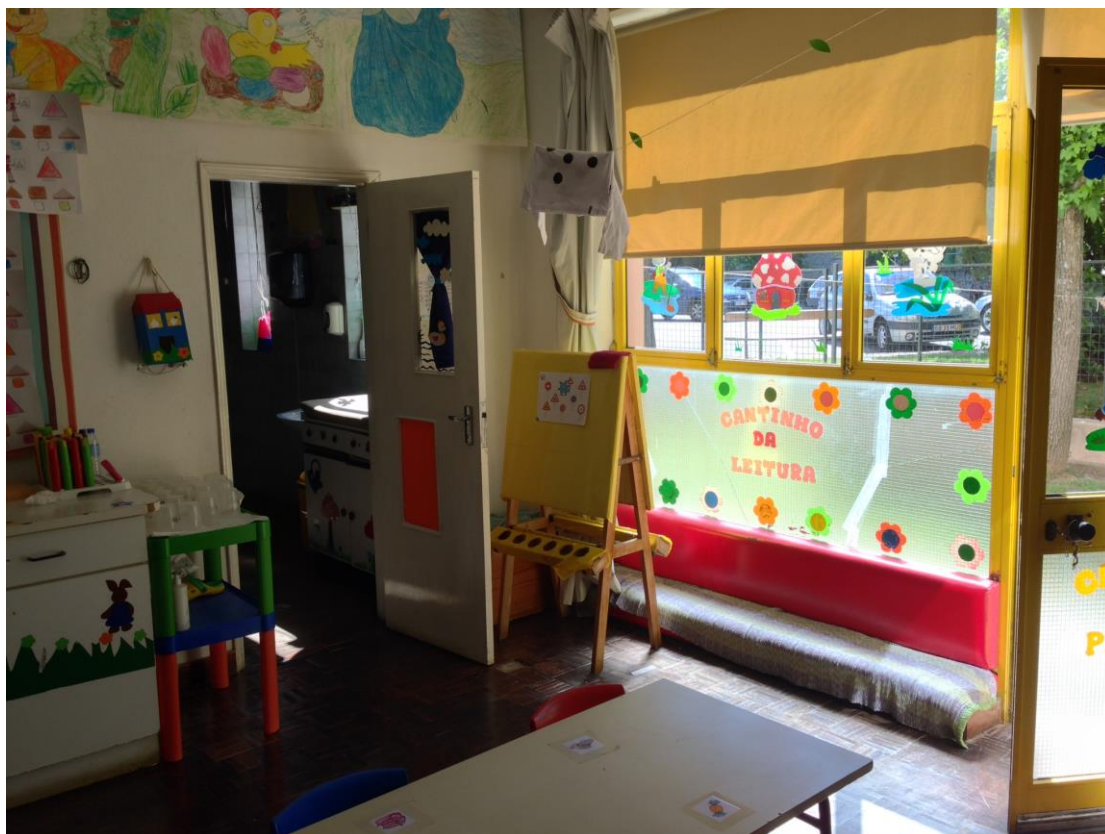


Figura 4-19 - Sala de atividades do Infantário 2



Figura 4-20 - Sala de atividades do Infantário 2

O refeitório é ocupado por cerca de 70 crianças, educadoras e auxiliares duas vezes por dia, na hora de almoço e a meio da tarde. Este é composto por mobiliário de criança, mesas e cadeiras, e também está equipado com equipamentos eletrónicos como televisões e ventoinhas. Revestido por madeira envernizada em duas paredes interiores, com teto falso e pavimento em material cerâmico. Nas figuras 4.21 e 4.22 apresenta-se o refeitório do infantário 2.



Figura 4-21 - Refeitório do Infantário 2



Figura 4-22 - Refeitório do Infantário 2

O berçário é ocupado por 5 bebés e 3 educadoras, este tem no seu interior berçários. Nas figuras 4.23 e 4.24 apresenta-se o berçário do infantário 2.



Figura 4-23 - Berçário do Infantário 2



Figura 4-24 - Berçário do Infantário 2

4.3.3 Sistema de produção de águas quentes

Os três edifícios estão equipados com um sistema térmico solar de aquecimento de águas quentes apoiados a gás.

4.3.4 Sistema de climatização

Lar de Idosos

Sistema de aquecimento com radiadores a água nas zonas privadas e tratamento de ar interior (quente e frio) nas zonas comuns.

Infantário 1 e 2

Sistema de aquecimento com radiadores a água, não existe sistema de arrefecimento e renovação de ar.

4.3.5 Ventilação

Lar de Idosos

As caixilharias exteriores são em alumínio sem corte térmico, com vidro duplo transparente, de correr. A sala de convívio e o refeitório estão orientados a Este e o quarto a Sudeste. Todas as casas de banho que sejam confinantes com o exterior do edifício encontram-se dotadas de ventilação natural através dos vãos abertos nas paredes. As interiores são dotadas de ventilação forçada. A ventilação nas escadas é garantida através de aberturas de saída de ar ou fumo com uma área superior a 1 m² situadas no topo da caixa de escadas.

Infantário 1

As caixilharias exteriores são em madeira com vidro simples transparente, de abrir. A sala de atividades está orientada a Oeste e o refeitório e dormitório a Este. Os compartimentos têm quase todos vãos abertos ao exterior que possibilitam ventilação natural, as instalações sanitárias dispõem de um sistema de ventilação mecanizado.

Infantário 2

As caixilharias exteriores são em alumínio sem corte térmico, com vidro simples transparente, de abrir. A sala de atividades está orientada a Oeste, o refeitório a Sul e o Berçário a Norte. Todos os compartimentos têm vãos abertos para o exterior que possibilitam uma ventilação natural.

4.3.6 Iluminação

Lar de Idosos

A iluminação preferencial é a natural. Todos os compartimentos dispõem de meios de oclusão nas janelas do tipo cortinas ligeiramente transparentes pelo interior e estores pelo exterior nas zonas privadas (quartos). A luz artificial está distribuída pelos compartimentos e é de cor branca e fria nas zonas de convivência (sala de convívio e refeitório) e de cor amarela e quente nos quartos. As janelas na sala de convívio e o refeitório estão orientadas a Este e no quarto a Sudeste.

Infantário 1

A iluminação preferencial é a natural. Todos os compartimentos dispõem de meios de oclusão nas janelas do tipo cortinas de lona opaca pelo interior e estores pelo exterior nas salas de atividades. A luz artificial está distribuída pelos compartimentos e é de cor amarela. As janelas na sala de atividades estão orientadas a Oeste e no refeitório e dormitório a Este.

Infantário 2

A iluminação preferencial é a natural. Todos os compartimentos dispõem de meios de oclusão nas janelas do tipo cortinas de lona opaca pelo interior e sem proteção pelo exterior. A luz artificial está distribuída pelos compartimentos e é de cor amarela. As janelas na sala de atividades estão orientadas a Oeste, no refeitório a Sul e no Berçário a Norte.

4.3.7 Manutenção

Lar de Idosos

A limpeza é feita uma vez por dia e nessa altura são abertas as janelas para renovação do ar interior. O chão é lavado com uma solução aquosa que na sua mistura contem álcool gordo etoxilado e propano-2-ol.

Infantário 1 e 2

A limpeza dos pavimentos é feita apenas com água, duas vezes por dia. As janelas são abertas para renovação do ar interior no período da limpeza.

4.4 Descrição do método

A avaliação dos parâmetros decorreu em vários dias ao longo dos meses de Fevereiro a Junho do ano de 2014 onde foram avaliados parâmetros físicos e químicos. Estes foram avaliados tendo em conta os limites máximos permitidos pela legislação.

Tabela 4-2 - Parâmetros em análise segundo o SCE (D.L. 118/2013)

Parâmetros em Análise	
Físicos	Temperatura
	Humidade
	Partículas Respiráveis - PM10
Químicos	Dióxido de Carbono - CO ₂
	Monóxido de Carbono - CO
	Compostos Orgânicos Voláteis - COVT's
	Ozono - O ₃
	Formaldeído - HCOH
	Radão - Rn
Microbiológicos	Bactérias
	Fungos
	Legionella

Tabela 4-3 - Parâmetros e concentrações máximas permitidas pelo SCE (D.L. 118/2013) [33]

Tipo	Parâmetros	Concentração máxima de referência	
		mg/m ³	ppm
Físicos	Partículas suspensas no ar (PM10)	0,15	-
Químicos	Dióxido de carbono (CO ₂)	1800	984
	Monóxido de carbono (CO)	12,5	10,7
	Ozono (O ₃)	0,2	0,10
	Formaldeído (HCHO)	0,1	0,08
	Compostos orgânicos voláteis totais (COV _{totais})	0,6	0,26 (isobutileno) 0,16 (tolueno)
	Radão	400 Bq/m ³	
Microbiológicos	Bactérias	500 UFC/m ³	
	Fungos	500 UFC/m ³	
	Legionella	100 UFC/l água	

No caso da temperatura e da humidade relativa não existem limites impostos pelo SCE, contudo estes foram comparados a valores considerados de conforto segundo o REH (DL 118/2013) e segundo a ASHRAE, que considera a temperatura normal em condições de conforto entre os 20°C e os 25°C e em relação à humidade relativa entre os 30% e os 70%. [40]

Também foi analisada a luminosidade nos edifícios, de forma a poder determinar o nível de conforto visual devido a este parâmetro. Segundo as RTES anteriormente mencionadas, é imposto valores mínimos recomendáveis de lux nos compartimentos. Nos lares é imposto o mínimo de 100 lux para salas de convívio, 200 lux para salas de refeições e 150 lux para espaços de dormir. Nas creches e infantários é imposto o mínimo de 300 lux para salas de atividades, 200 lux para zonas de refeições e 150 lux para zonas de dormir e afins.

O número mínimo de pontos de análise dos vários parâmetros da Qualidade do Ar Interior a medir nos compartimentos foi calculado pela aplicação da expressão n.º 6 [33] à área total do compartimento, arredondando por excesso à unidade.

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

Em que:

N_i - Número de pontos de medida na zona i ($N_i \geq 1$)

A_i - Área da zona i (m²)

Na tabela 4.4 apresentam-se o número mínimo de pontos de análise

Tabela 4-4 - Número mínimo de pontos de análise por compartimento

Zona		Área (m ²)	Nº de pontos mínimos	Nº de pontos medidos
Lar de Idosos	Sala de convívio	134,00	2	3
	Refeitório	134,00	2	3
	Quarto triplo	33,92	1	1
Infantário 1	Sala de atividades	35,37	1	1
	Refeitório	50,74	2	2
	Dormitório	51,86	2	2
Infantário 2	Sala de atividades	64,40	2	2
	Refeitório	193,60	3	3
	Berçário	23,30	1	1

Apresenta-se na seguinte tabela os vários períodos em que foram feitas medições, que tipo de parâmetro foi registado e o local onde este foi medido.

Tabela 4-5 - Período de medições por local

Zona		Temperatura e Humidade	Dióxido de Carbono	Compostos Orgânicos Voláteis	Formaldeído	Luminosidade
Lar de Idosos	Sala de convívio	Março a Abril de 2014	28/02/2014	28/02/2014	28/02/2014	28/02/2014
	Refeitório	Fevereiro a Março de 2014	28/02/2014	28/02/2014	28/02/2014	28/02/2014
	Quarto triplo	Fevereiro a Março de 2014	28/02/2014	28/02/2014	28/02/2014	28/02/2014
Infantário 1	Sala de atividades	Março a Abril de 2014	29/04/2014	29/04/2014	29/04/2014	29/04/2014
	Refeitório	Março de 2014	29/04/2014	29/04/2014	29/04/2014	29/04/2014
	Dormitório	Março a Abril de 2014	29/04/2014	29/04/2014	29/04/2014	29/04/2014
Infantário 2	Sala de atividades	Abril a Maio de 2014	11/06/2014	11/06/2014	11/06/2014	11/06/2014
	Refeitório	Abril a Maio de 2014	11/06/2014	11/06/2014	11/06/2014	11/06/2014
	Berçário	Abril a Maio de 2014	12/06/2014	12/06/2014	12/06/2014	12/06/2014

De acordo com as plantas dos compartimentos nas figuras 4.25 a 4.32 apresentam-se, assinalados e identificados os pontos de medição selecionados para as medições e o seu respetivo índice para referência ao longo da consulta de resultados.

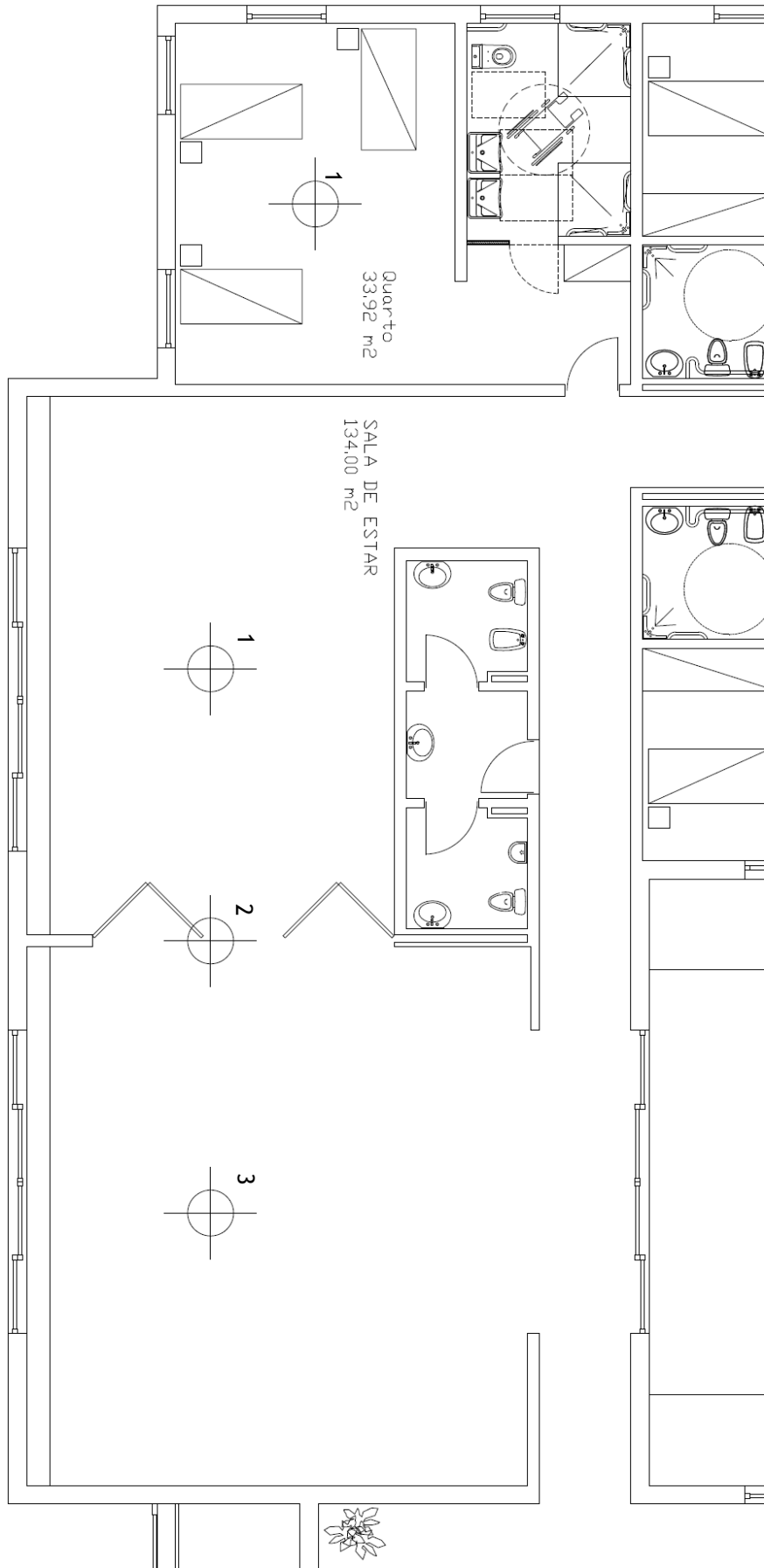


Figura 4-25 - Planta do Quarto e Sala de convívio do Lar de idosos

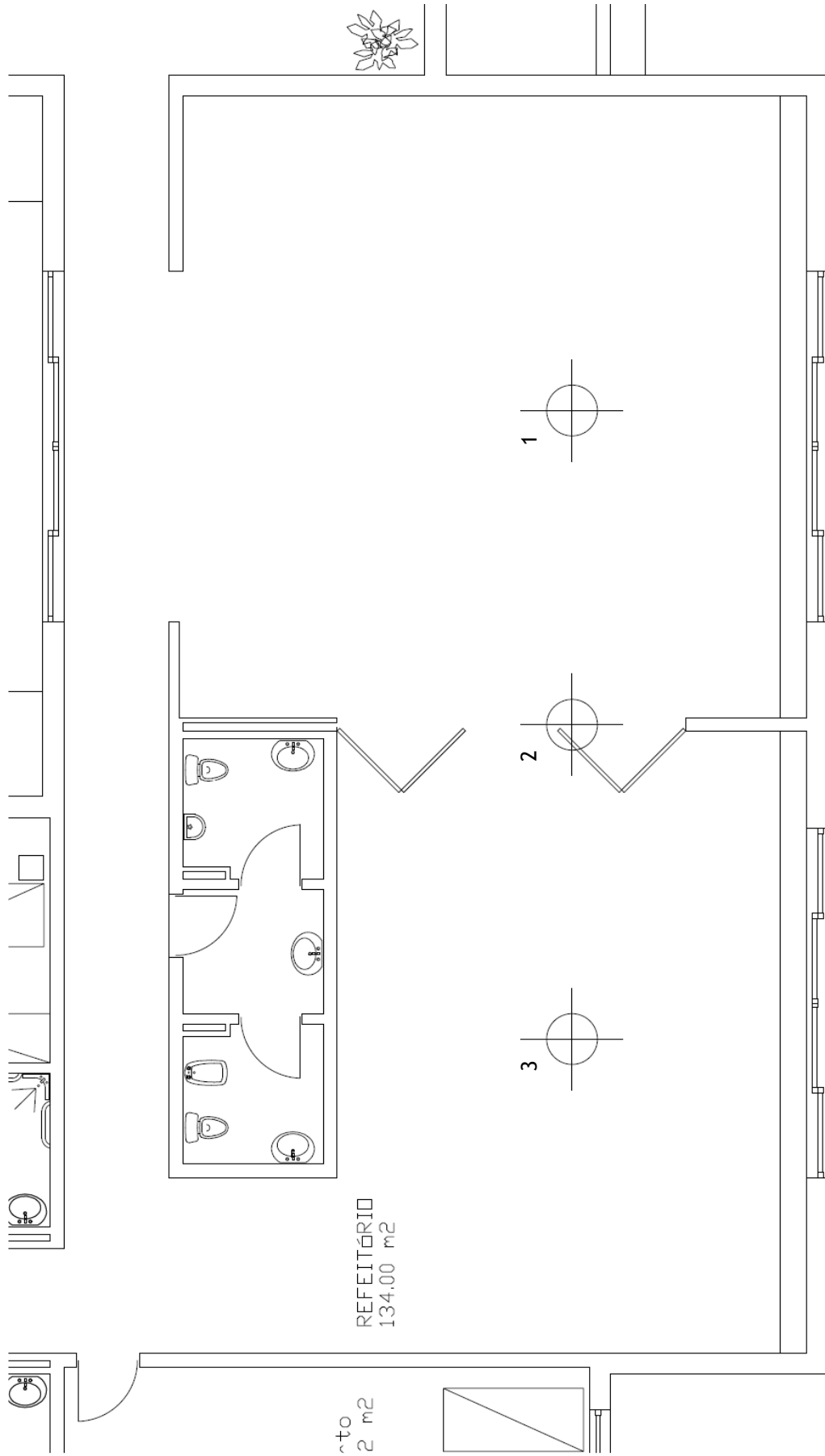


Figura 4-26 - Planta do Refeitório do Lar de idosos

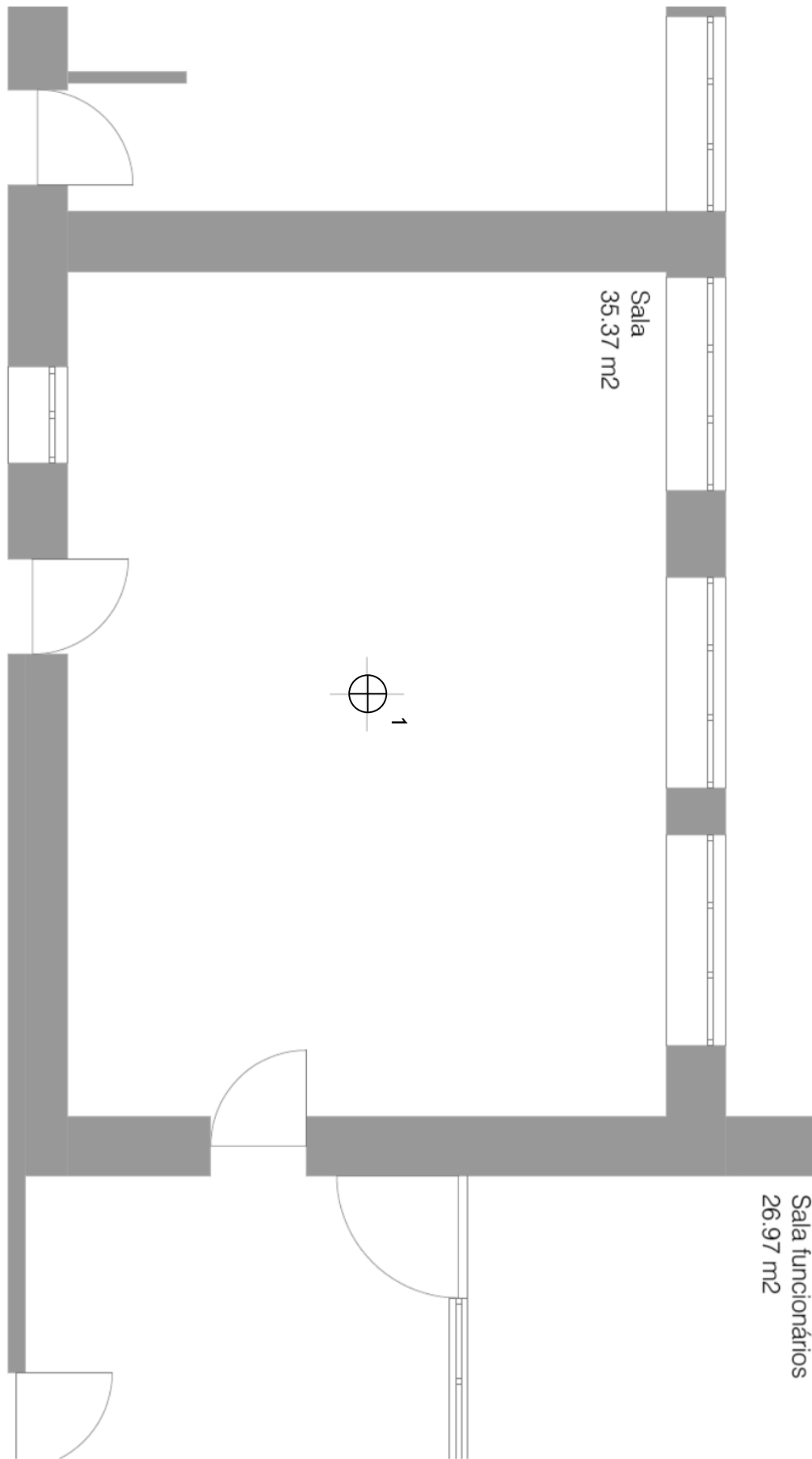


Figura 4-27 - Planta da Sala de atividades do Infantário 1

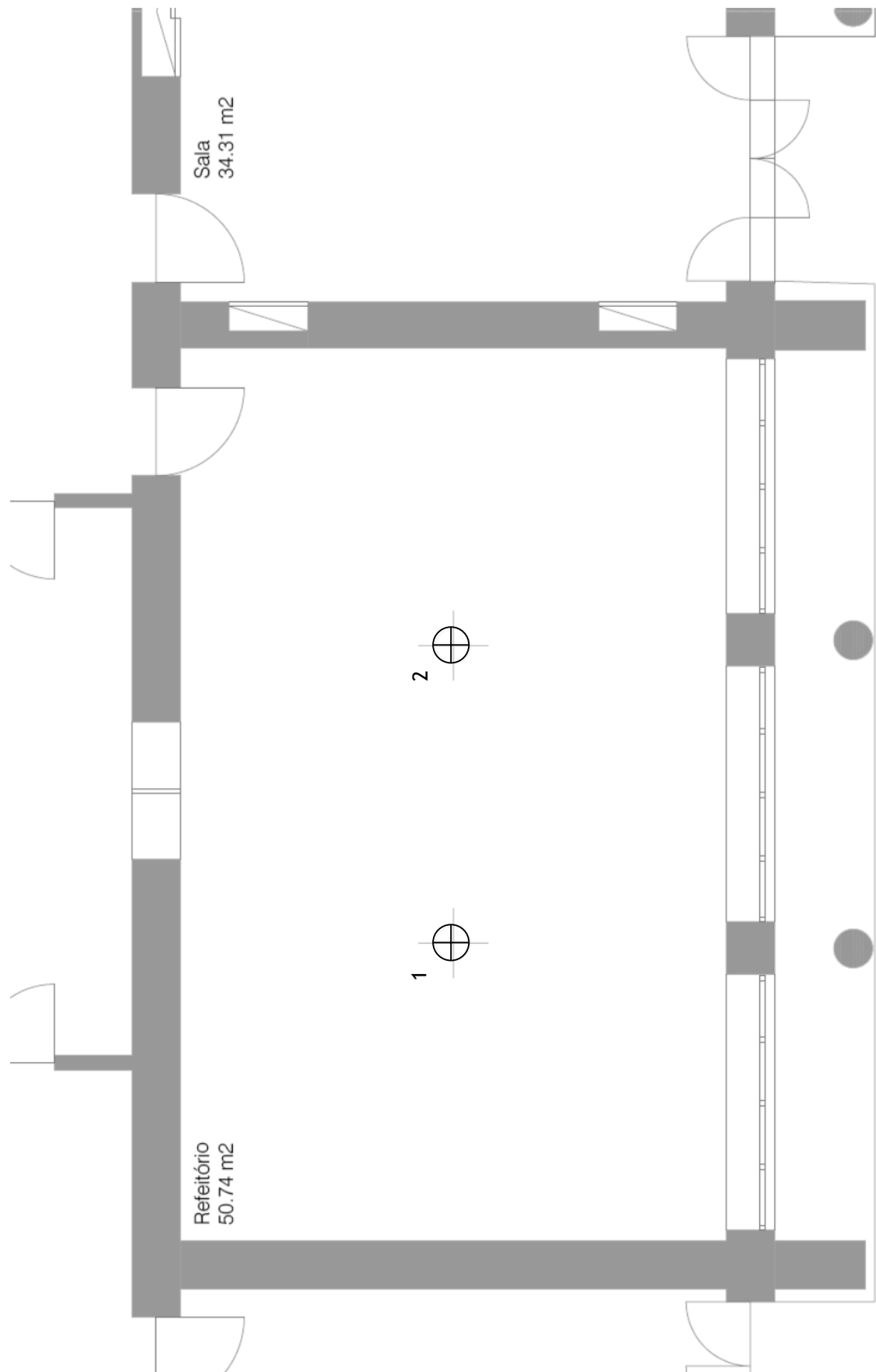


Figura 4-28 - Planta do Refeitório do Infantário 1

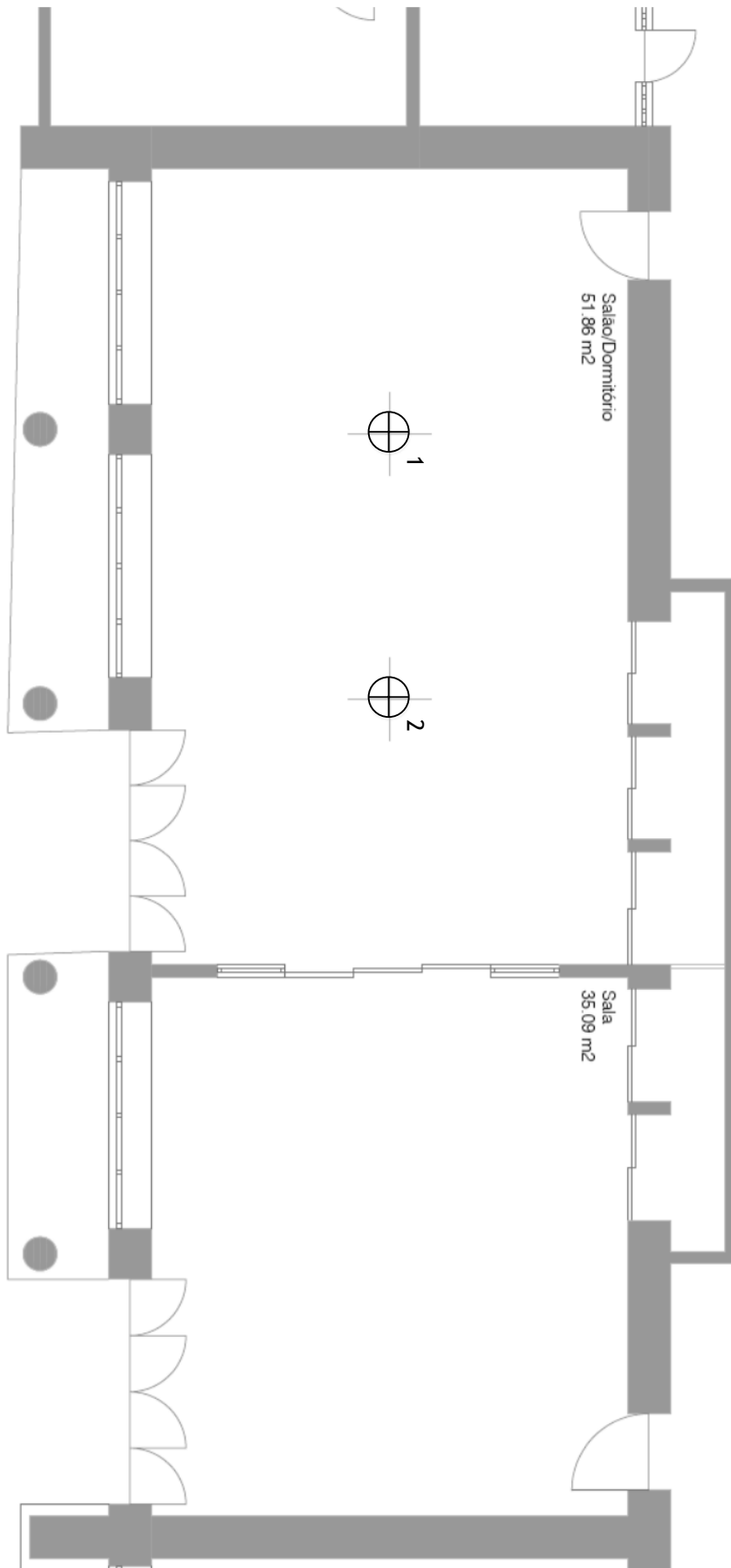


Figura 4-29 - Planta do Dormitório do Infantário 1

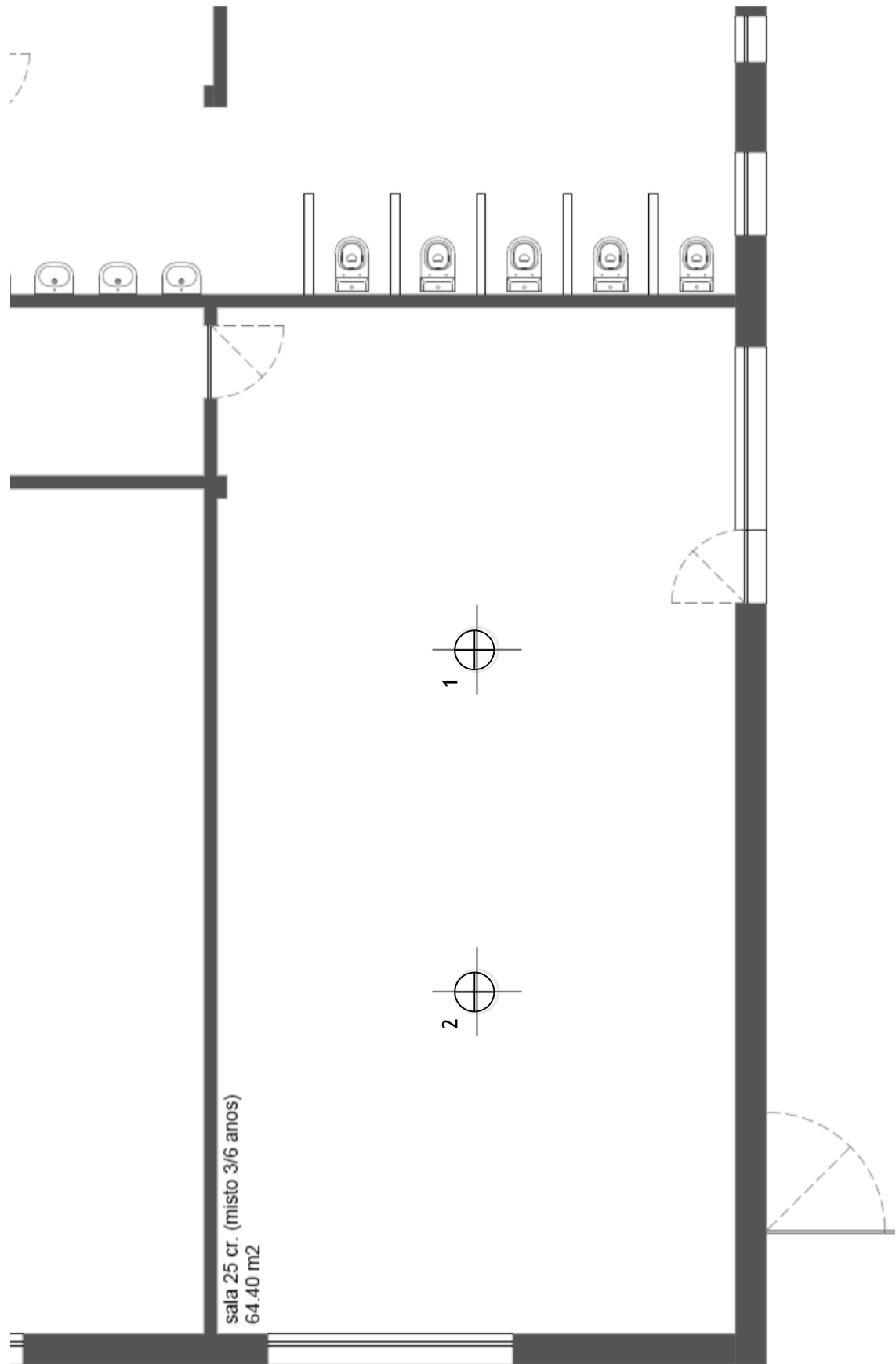


Figura 4-30 - Planta da Sala de atividades do Infantário 2

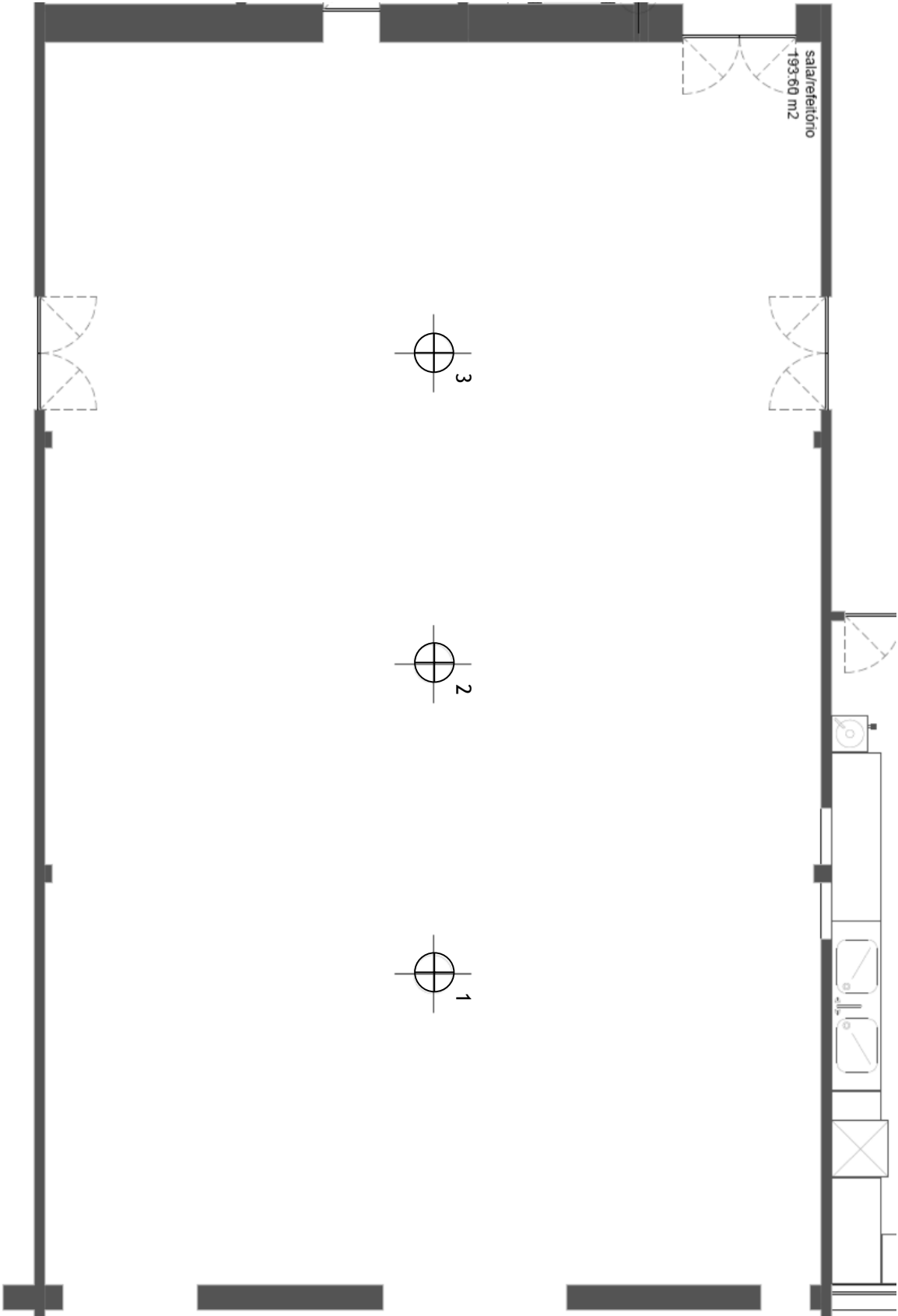


Figura 4-31 - Planta do Refeitório do Infantário 2

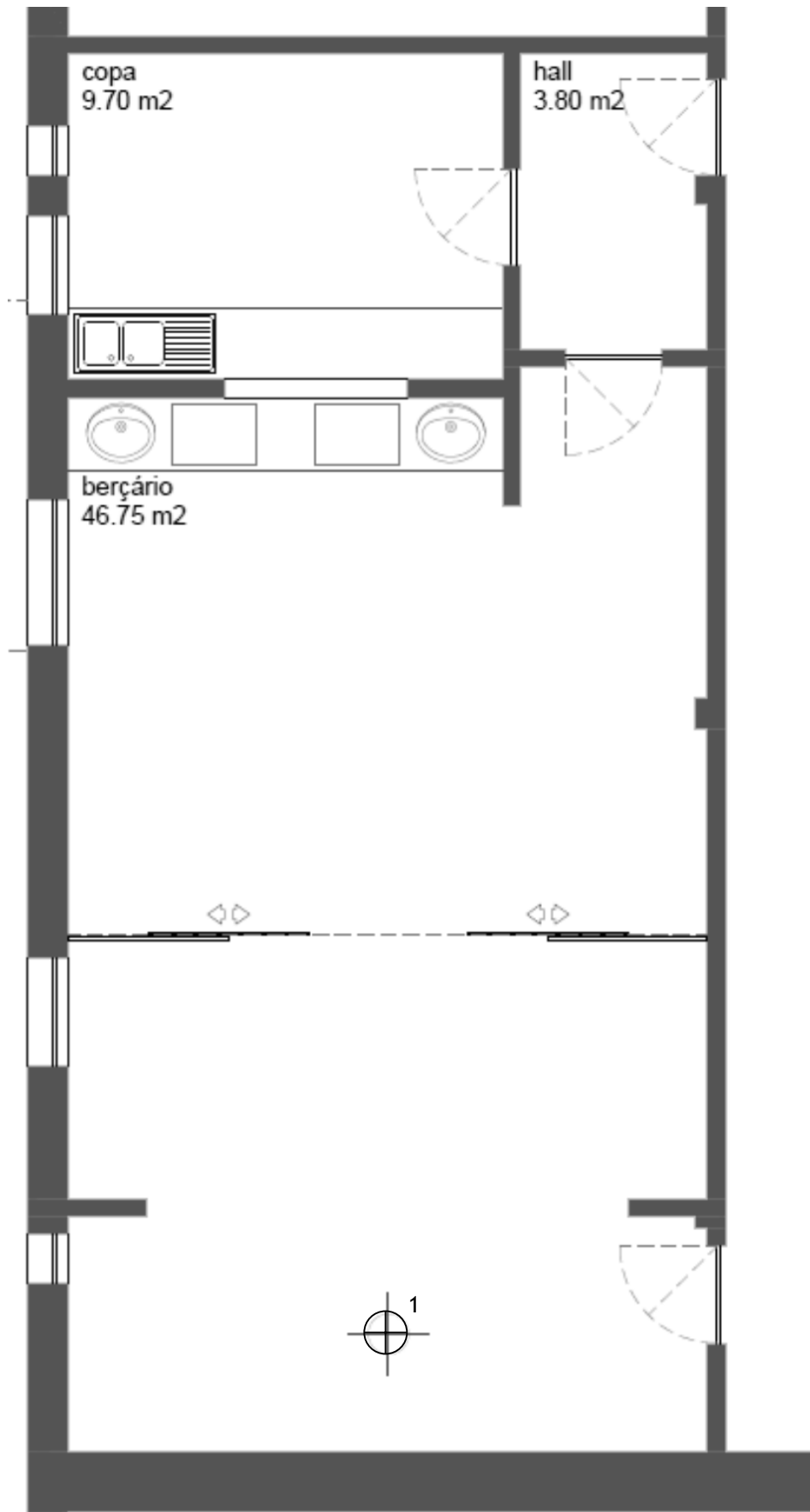


Figura 4-32 - Planta do Berçário do Infantário 2

4.5 Equipamentos de medição

No estudo realizado foram analisados os seguintes parâmetros físicos: temperatura, humidade relativa e luminosidade; e os seguintes parâmetros químicos: Compostos Orgânicos Voláteis (COV's), Dióxido de Carbono (CO₂) e Formaldeído (HCOH). Utilizaram-se para o efeito equipamentos do LABSED - Laboratório da Saúde na Edificação da UBI no âmbito do UBIMedical.

Para a medição da temperatura e humidade relativa foi utilizada a sonda *Extech RH520*. Esta sonda foi instalada durante um período que variou de 15 a 30 dias conforme o local e retirou amostras com um intervalo de 1 minuto. Houve uma preocupação na sua localização, de maneira a ficar afastada de equipamentos de climatização e janelas que poderiam influenciar as medições.

Na figura 4.33 apresenta-se a sonda de medição de temperatura e humidade relativa.

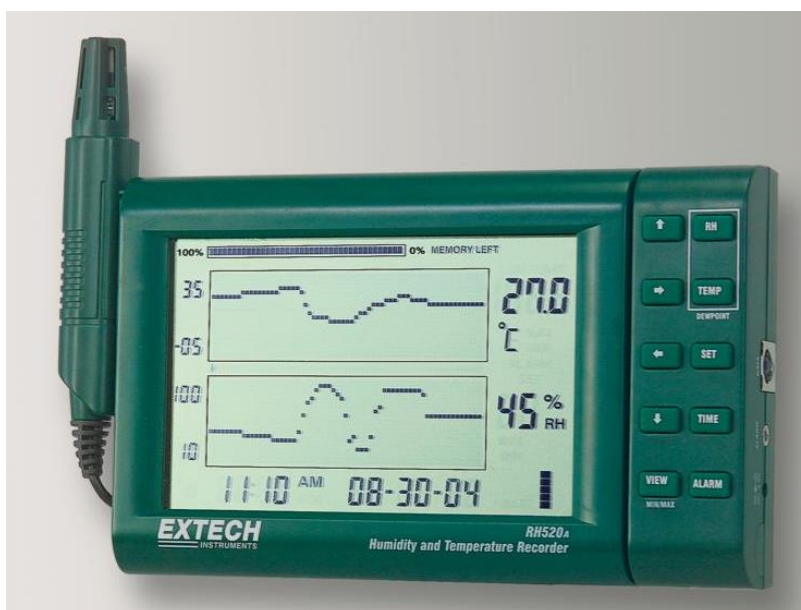


Figura 4-33 - Sonda de temperatura e humidade relativa Extech RH520

Para a medição dos COV's e CO₂ foi utilizada a sonda multifunções *VelociCalc 9565*. Os parâmetros foram monitorizados durante três períodos de aproximadamente 5 minutos. As medições foram sempre efetuadas à altura das vias respiratórias.

Na figura 4.34 apresenta-se a sonda multifunções com o leitor de COV's e CO₂ utilizada nas medições.



Figura 4-34 - Sonda multifunções VelociCalc 9565

Ainda para a medição dos COV's, como forma de confirmação e comparação de resultados, foi utilizada a sonda *Photovac 2020ppbPRO*. Este parâmetro também foi monitorizado durante três períodos de 5 minutos e sempre em conjunto com a sonda *VelociCalc 9565*.

Na figura 4.35 apresenta-se a sonda de medição de COV's.



Figura 4-35 - Sonda de medição de COV's Photovac 2020ppbPRO

Para a medição do formaldeído (HCOH) foi utilizado o equipamento *Formaldemeter htV-M*. O formaldeído foi monitorizado através de 3 medições instantâneas por imposição do equipamento. Tal como na medição dos COV's, esta sonda foi sempre utilizada à altura das vias respiratórias.

Na figura 4.36 apresenta-se uma fotografia do equipamento de medição de HCOH.



Figura 4-36 - Equipamento de medição de HCOH *Formaldemeter htV-M*

Na medição de luminosidade (lux) foi utilizado o luxímetro *Testo 540*. Foi medido um valor máximo e mínimo durante alguns segundos e calculada uma média. Estas medições foram efetuadas a cerca de 0,75 m do pavimento.

Na figura 4.37 apresenta-se o luxímetro utilizado nas medições.



Figura 4-37 - Luxímetro *Testo 540*

Foi possível obter as medições de temperatura e humidade relativa no exterior durante o período de ensaios através do *site* meteocovilha.com. Estes dados servem para comparação dos valores entre o exterior e interior dos compartimentos.

4.6 Análise de resultados

4.6.1 Lar de Idosos

Temperatura e Humidade Relativa

Para a medição da temperatura e humidade relativa no lar de idosos foi utilizada a sonda *Extech RH520*. Esta sonda foi colocada durante 15 dias na sala de convívio e 30 dias no refeitório e quarto triplo durante os meses de Março e Abril e Fevereiro e Março de 2014, respetivamente, medindo estes parâmetros com o intervalo de um minuto.

Na figura 4.38 encontra-se representado um dos locais (sala de convívio) onde foi colocada a sonda.



Figura 4-38 - Sonda Extech RH520 na Sala de Convívio do Lar de Idosos

Nos gráficos 4.1 a 4.3 apresentam-se os resultados das medições.

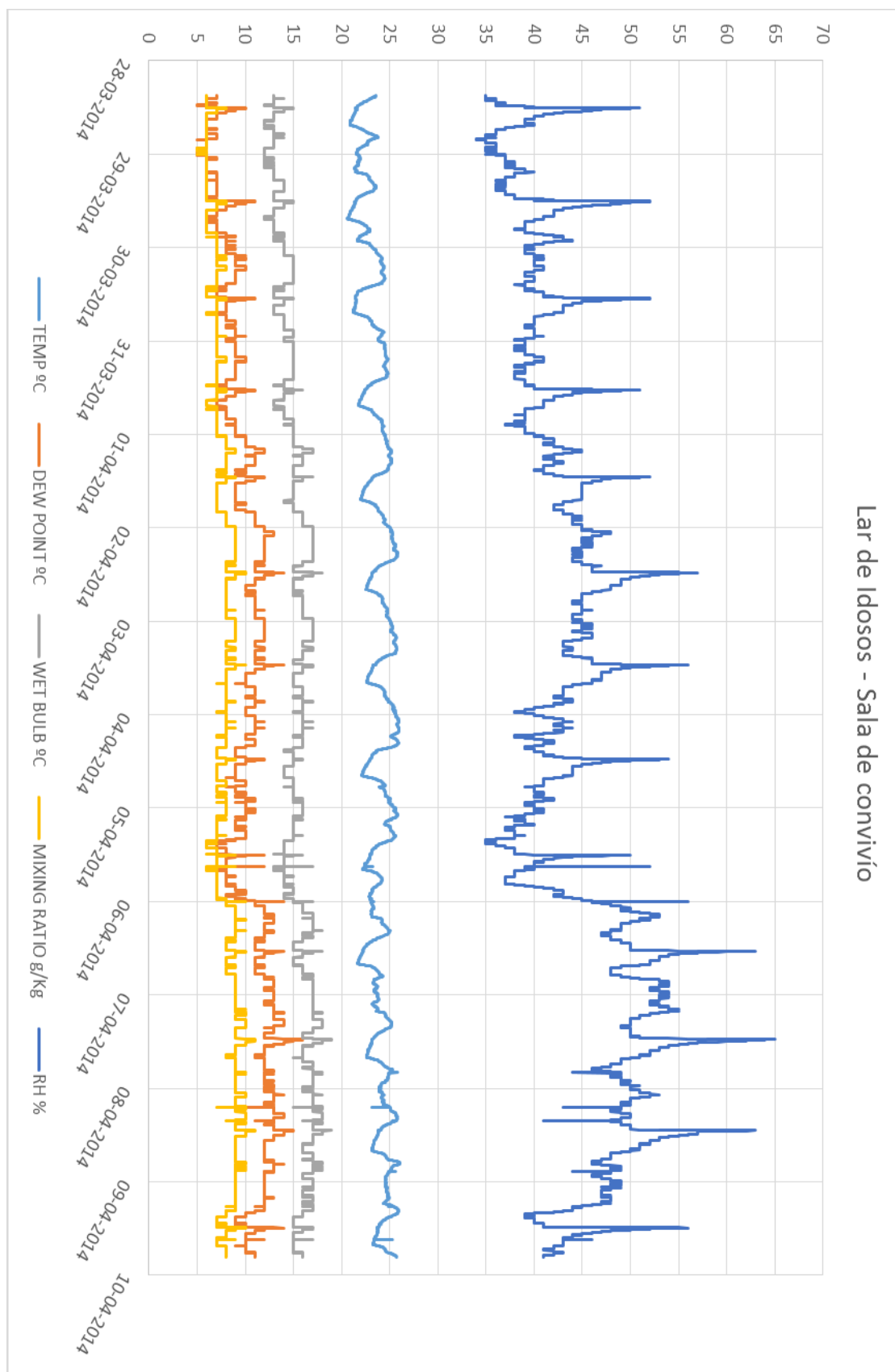


Gráfico 4-1 - Registos de temperatura e humidade na sala de convívio do Lar de Idosos

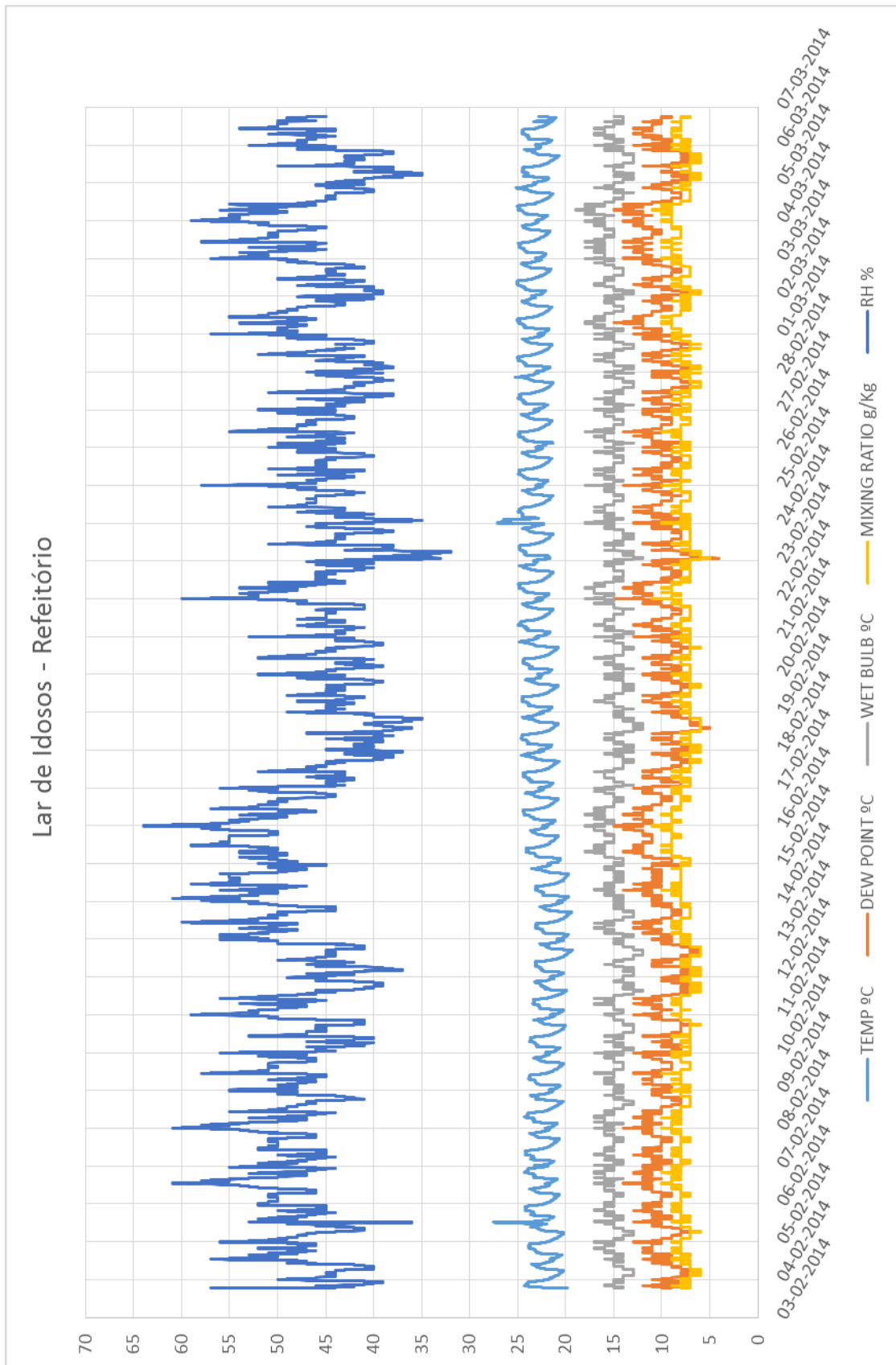


Gráfico 4-2 - Registos de temperatura e humidade no refeitório do Lar de Idosos

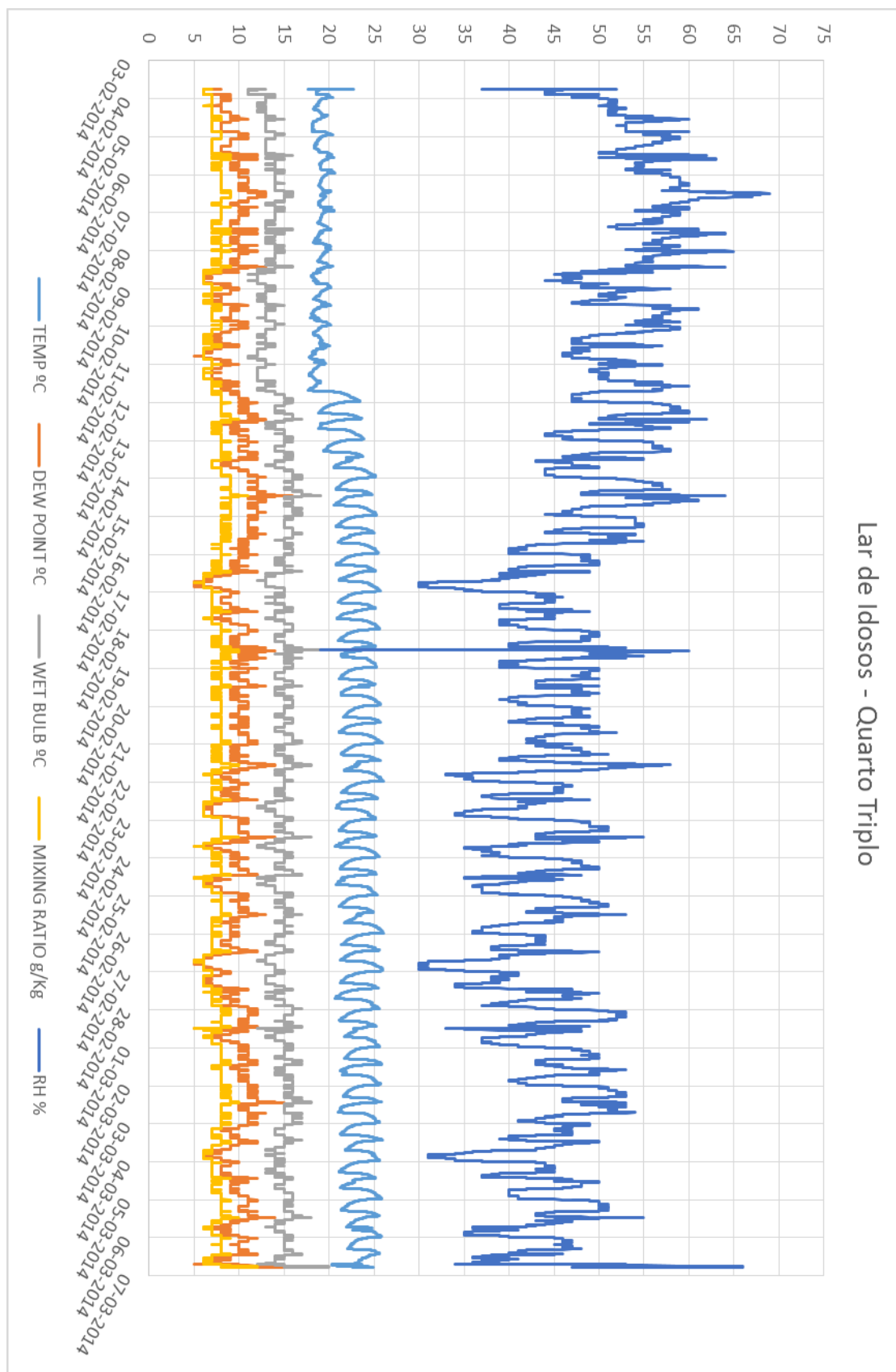
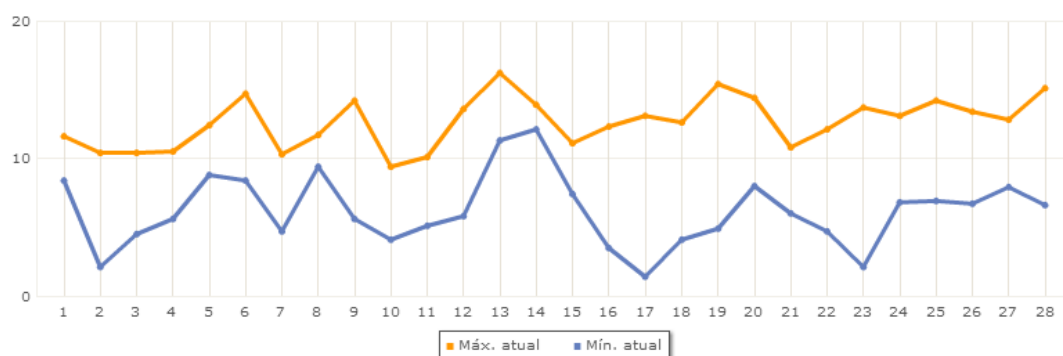
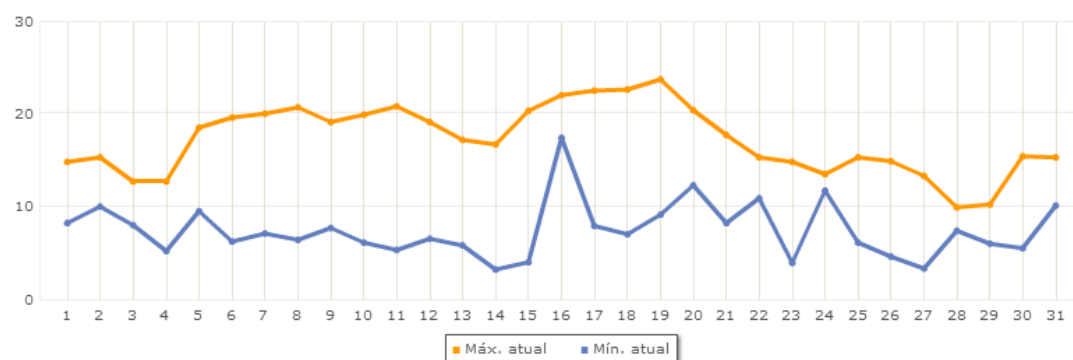
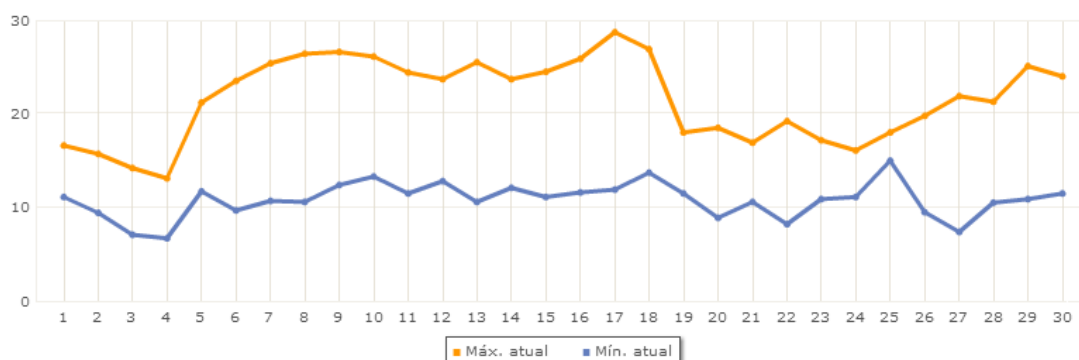


Gráfico 4-3 - Registos de temperatura e humidade no quarto triplo do Lar de Idosos

Gráfico de temperaturas fevereiro 2014*Gráfico 4-4 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Fevereiro de 2014***Gráfico de temperaturas março 2014***Gráfico 4-5 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Março de 2014***Gráfico de temperaturas abril 2014***Gráfico 4-6 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Abril de 2014*

Nota: No dia 18 de Fevereiro de 2014 a sonda do quarto triplo foi exposta a radiação solar durante um breve período de tempo, daí os registos de temperatura elevada e humidade relativa muito baixa nesse intervalo de tempo.

Como se pode verificar pelos gráficos anteriormente apresentados (gráficos 4.42 a 4.44), os valores de temperatura medidos encontram-se dentro do intervalo recomendado de 20°C a 25°C. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro não é suscetível de representar um risco para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de convívio e no refeitório os valores de temperatura interior e humidade relativa do ar encontram-se dentro dos valores normais de conforto, uma vez que estão entre os valores de 20°C e 25°C no caso da temperatura e 40% a 60% no caso da humidade relativa, variando conforme a ocupação e o uso do sistema de climatização.
- No quarto triplo os valores de temperatura interior estavam dentro do normal de conforto, 20°C e 25°C, os valores de humidade relativa do ar que foram registados apresentaram uma maior amplitude que nos outros compartimentos. Só existiu ocupação neste quarto a partir do dia 12 de Fevereiro de 2014, por isso até este dia os sistemas de climatização não funcionaram e o quarto apresentou valores de temperatura e humidade relativa fora do normal.

São observados picos superiores no registo da humidade relativa que representam o horário da limpeza, em que também são abertas as janelas para existir uma renovação de ar no compartimento.

De um modo geral, neste edifício as temperaturas e humidade relativa encontram-se dentro dos valores recomendados. Não é observada uma variação com as temperaturas exteriores. Este edifício é o mais recente dos três analisados, sendo o melhor em termos de construção e em equipamentos de climatização. As caixilharias são em alumínio sem corte térmico com vidro duplo e existe um sistema de climatização nas zonas comuns do edifício, o que permite controlar a temperatura e humidade.

Compostos Orgânicos Voláteis e Dióxido de Carbono

Na medição dos COVsT foram utilizadas as sondas *Photovac 2020ppbPRO* e *VelociCalc 9565*. A sonda *VelociCalc 9565* também fez medições dos valores de CO₂. Nas figuras 4.39 e 4.40 apresentam-se fotos da sua utilização.



Figura 4-39 - Utilização das sondas de medição de COV's



Figura 4-40 - Utilização da sonda Photovac 2020ppbPRO no quarto

Nos gráficos 4.7 a 4.13 apresentam-se as medições de COV's obtidas com a sonda *Photovac 2020ppbPRO* no lar de idosos.

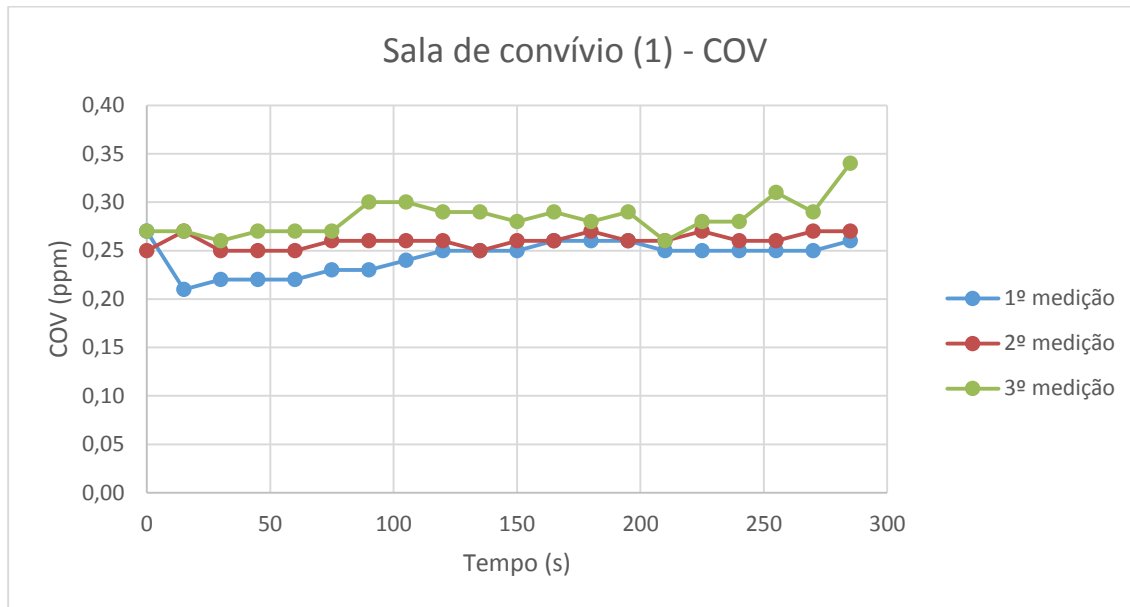


Gráfico 4-7 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda *Photovac 2020ppbPRO*

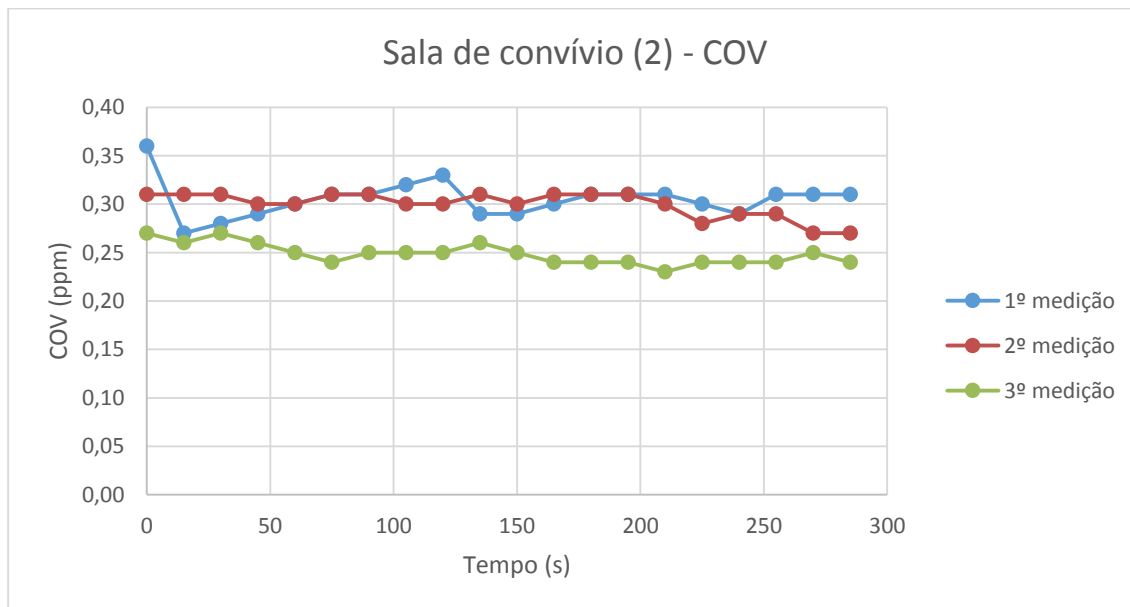


Gráfico 4-8 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda *Photovac 2020ppbPRO*

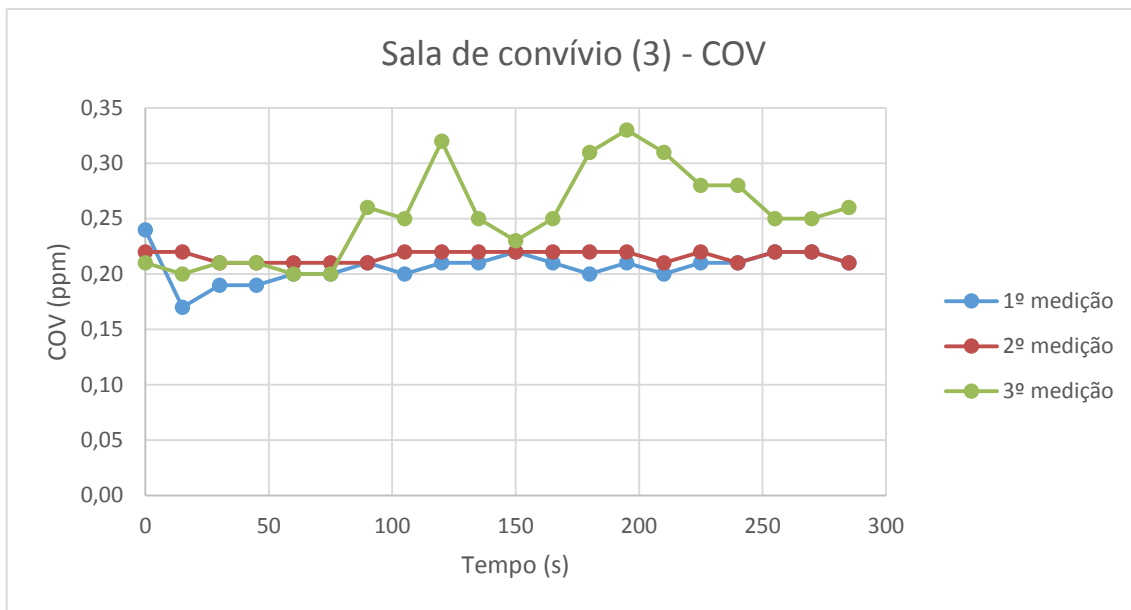


Gráfico 4-9 - Medições de COV's no ponto 3 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO

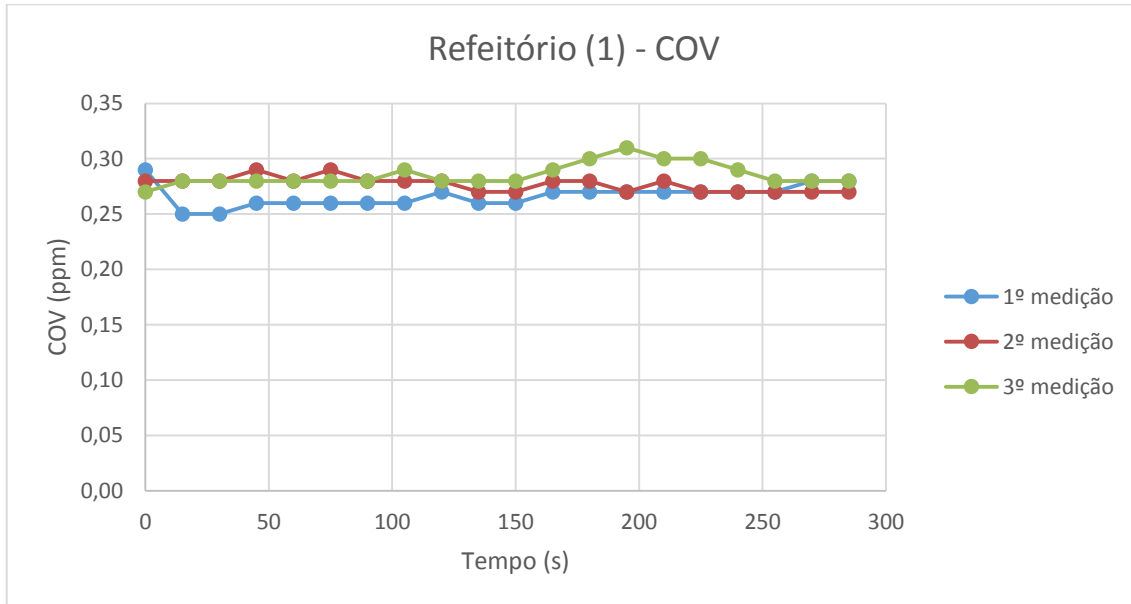


Gráfico 4-10 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO

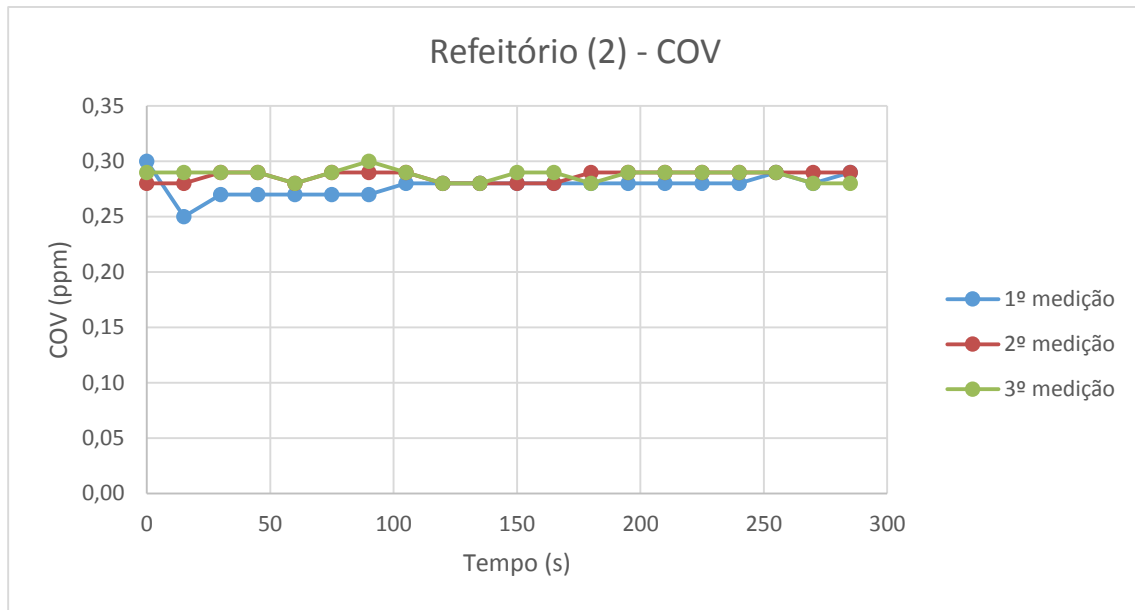


Gráfico 4-11 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO

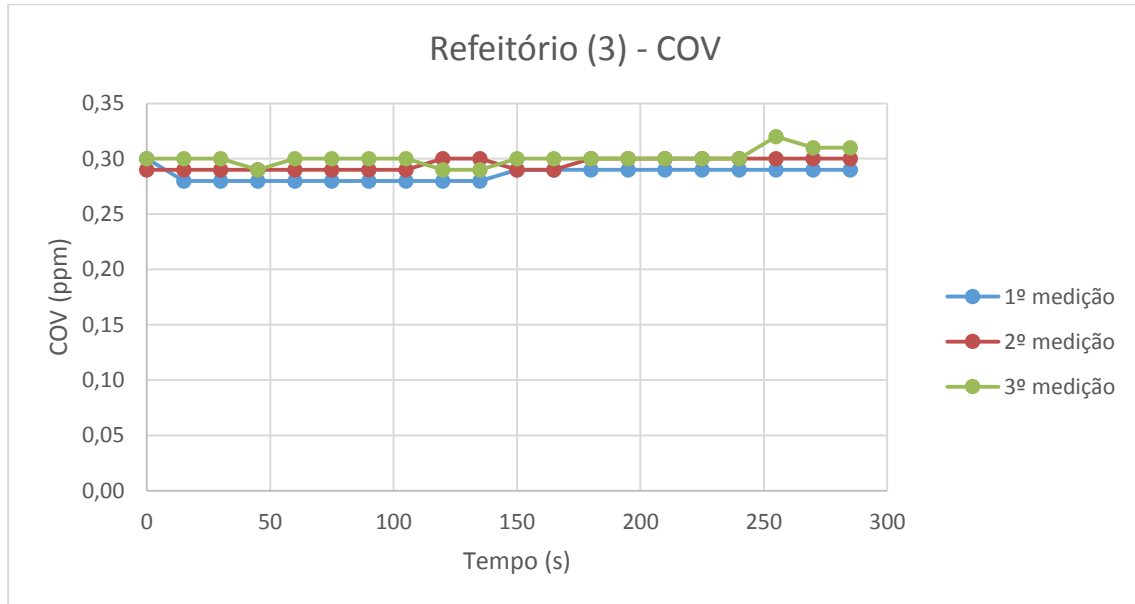


Gráfico 4-12 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO

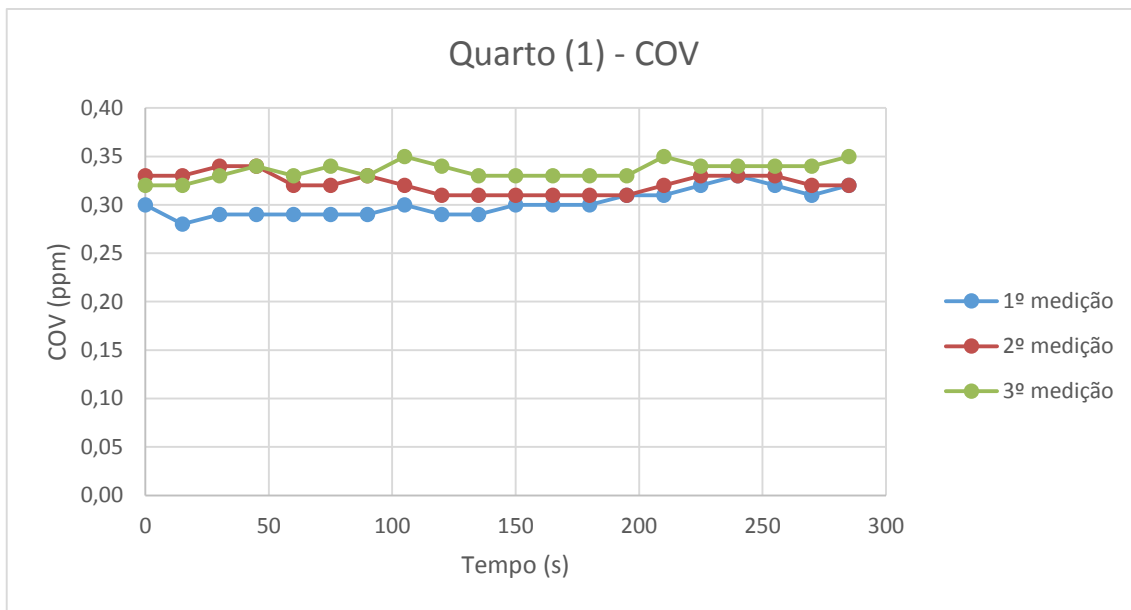


Gráfico 4-13 - Medições de COV's no ponto 1 do Quarto triplo do Lar de idosos com a sonda Photovac 2020ppbPRO

Nos gráficos 4.14 a 4.20 apresentam-se as medições de COV's obtidas com a sonda *VelociCalc 9565* no lar de idosos.

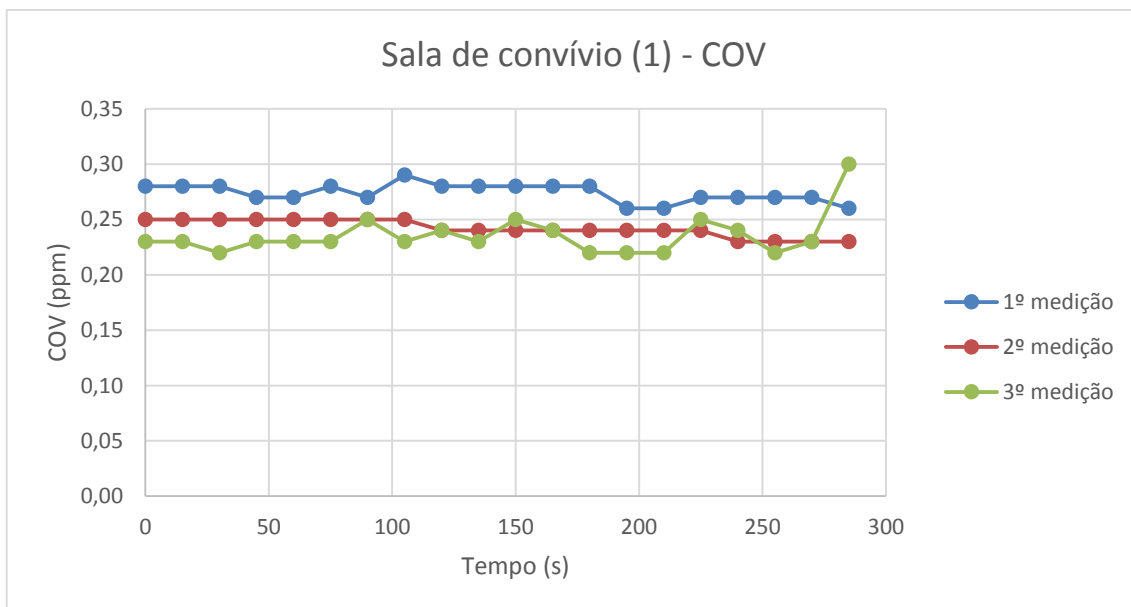


Gráfico 4-14 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda *VelociCalc 9565*

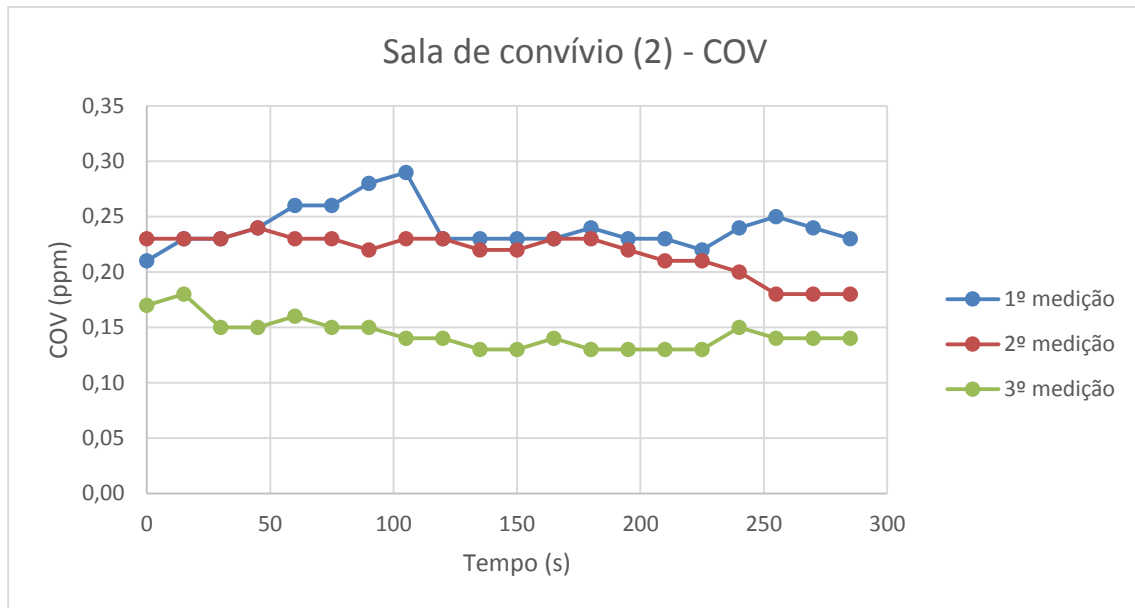


Gráfico 4-15 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

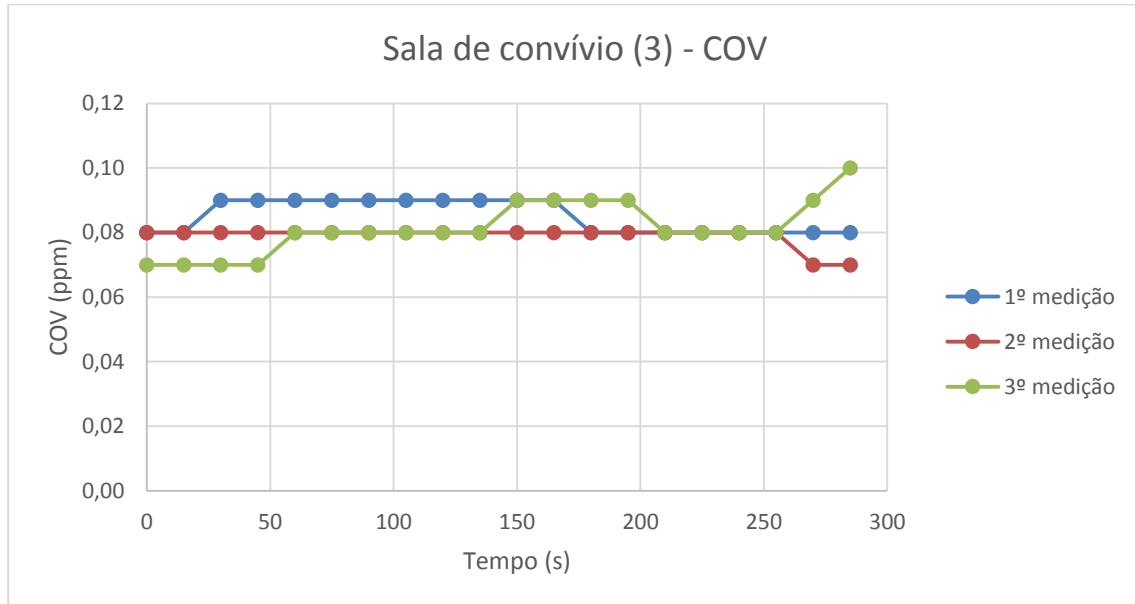


Gráfico 4-16 - Medições de COV's no ponto 3 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

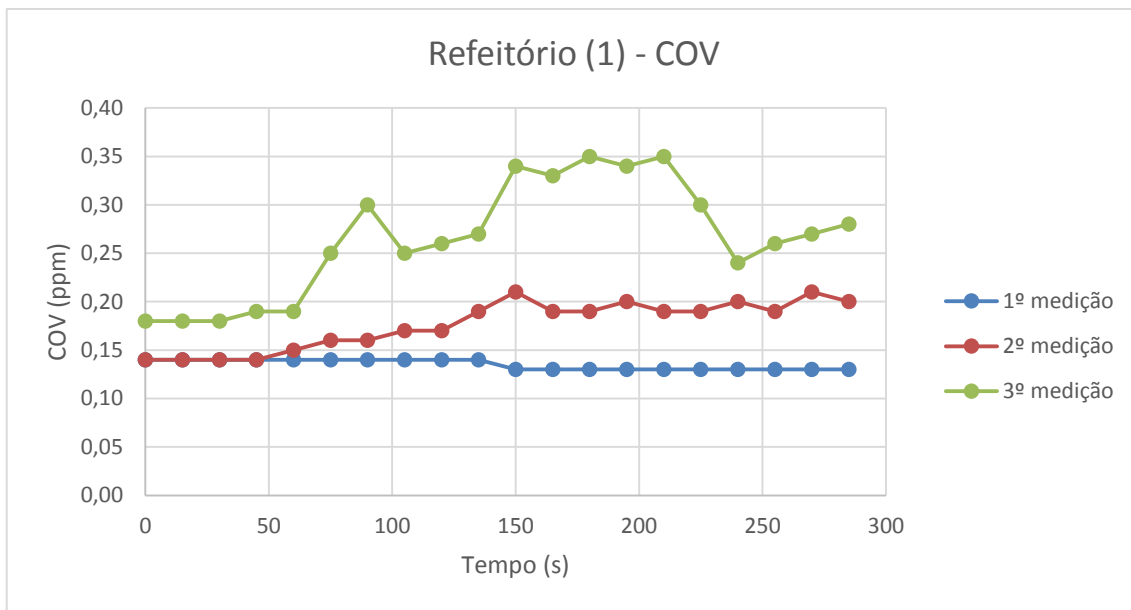


Gráfico 4-17 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9865

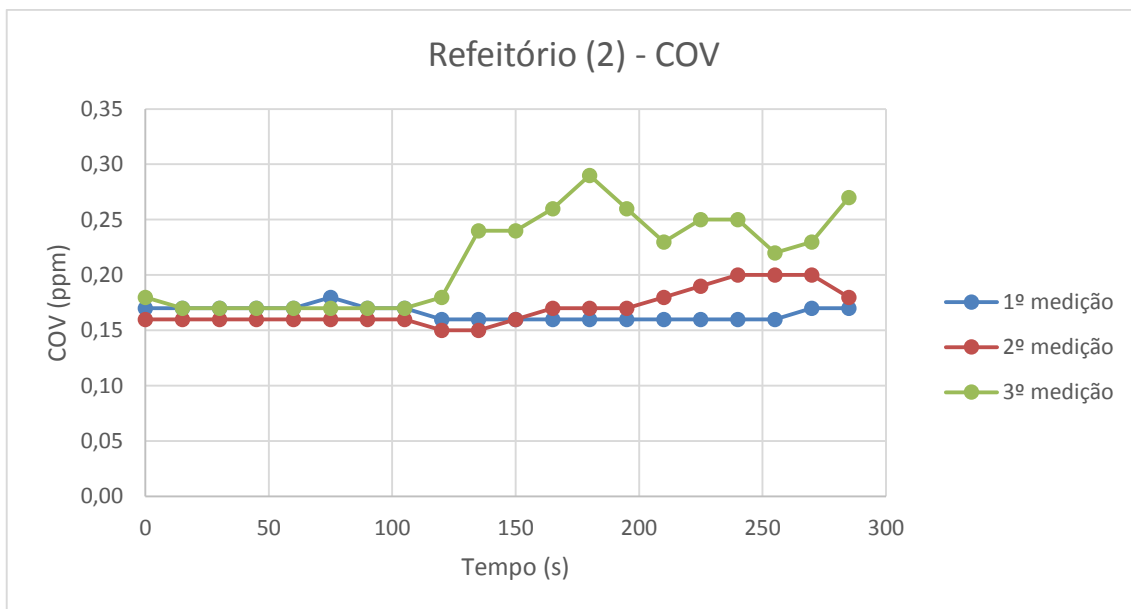


Gráfico 4-18 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

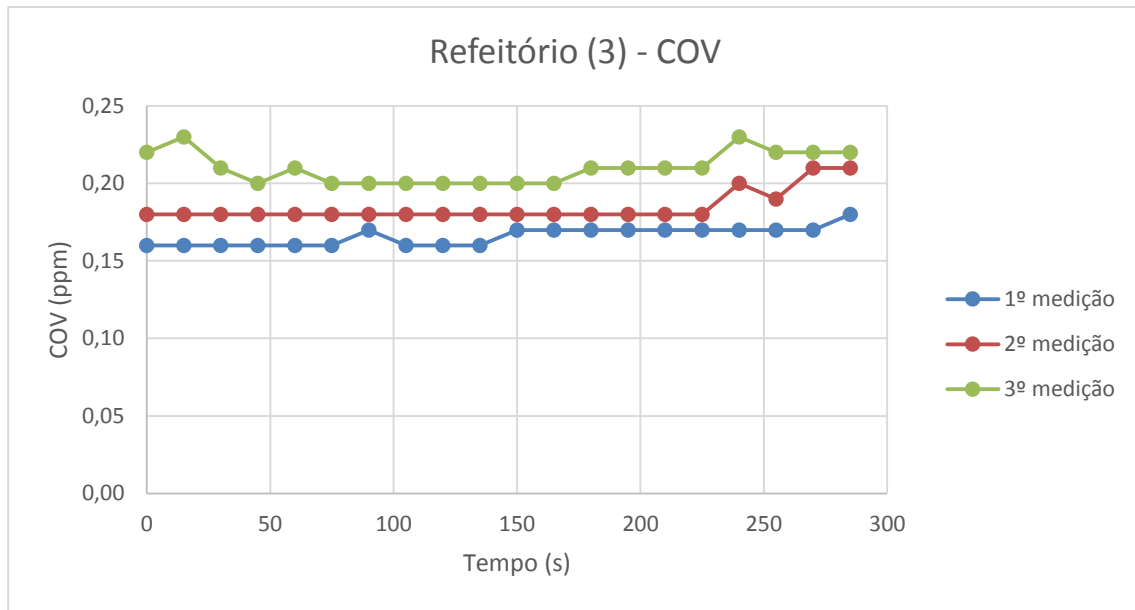


Gráfico 4-19 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

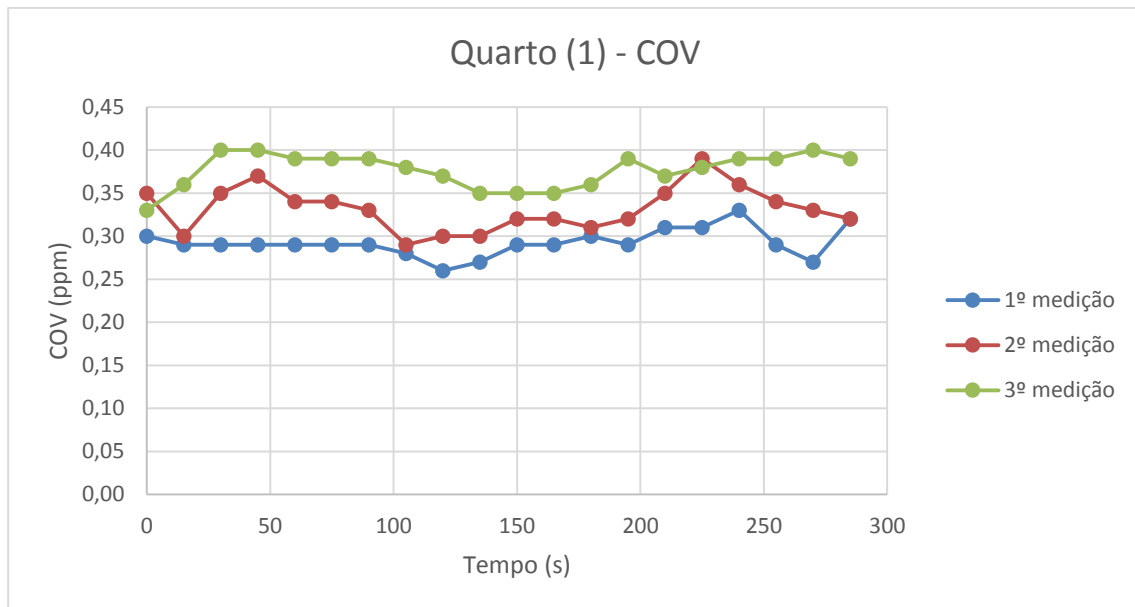


Gráfico 4-20 - Medições de COV's no ponto 1 do Quarto do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

Como se pode verificar pelos gráficos acima apresentados (gráficos 4.7 a 4.20), os valores medidos encontram-se abaixo do valor máximo admissível de 0,60 ppm, visto que variam entre 0,15 e 0,35 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro não representa qualquer risco para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de convívio entre 0,20 a 0,35 ppm para a sonda *Photovac* e 0,15 a 0,30 ppm para a sonda *VelociCalc*, não representam um valor perigoso para a saúde dos ocupantes. No ponto de medição 3 as leituras da sonda *Photovac* não foram tidas em conta dado que as leituras registadas foram muito baixas em comparação com a sonda *VelociCalc*, apresentando valores de cerca de 0,05 ppm.
- No refeitório entre 0,25 a 0,30 ppm para a sonda *Photovac* e 0,15 a 0,35 ppm para a sonda *VelociCalc*, respeitam o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes.
- No quarto entre 0,27 a 0,35 ppm para a sonda *Photovac* e 0,25 a 0,40 ppm para a sonda *VelociCalc*, não representam risco de perigo para a saúde.

As duas sondas registaram medições semelhantes em cada ponto de medição, sendo a única exceção no ponto 3 da sala de convívio para uma das sondas, podendo isto dever-se a alguma movimentação do ar na altura do ensaio.

Considerando que os valores nunca ultrapassaram o limite imposto e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Ocupação humana no decorrer das medições;
- Utilização de equipamentos eletrónicos (televisão na sala de convívio ligada);
- Compartimentação do espaço (existe comunicação da sala de convívio e refeitório para as zonas de circulação);

Nos gráficos 4.21 a 4.27 apresentam-se as medições de CO₂ obtidas com a sonda *VelociCalc 9565* no lar de idosos.

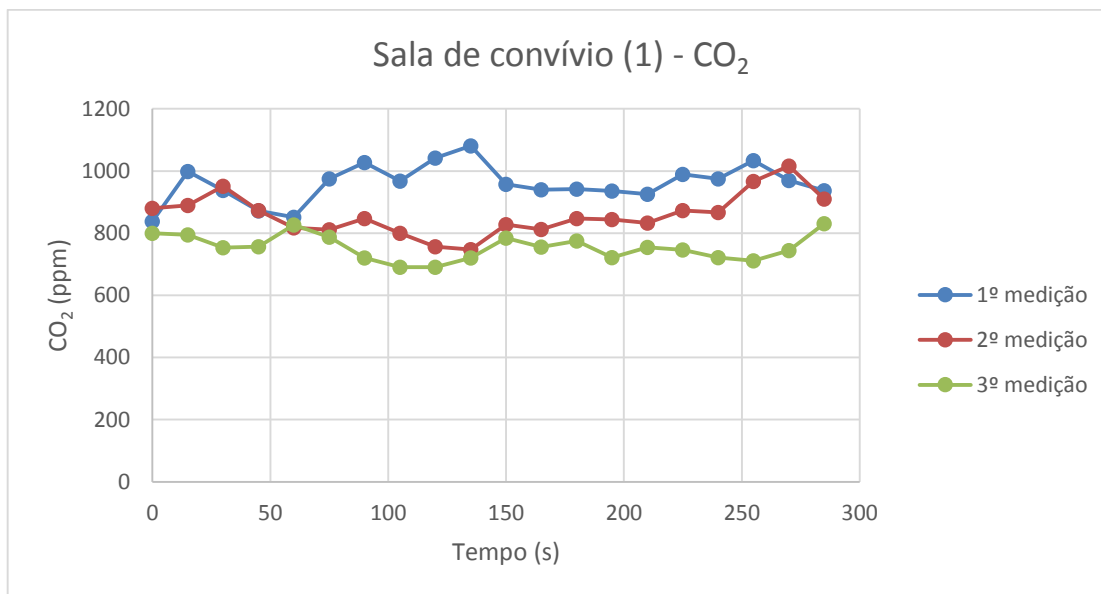


Gráfico 4-21 - Medições de CO₂ no ponto 1 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda *VelociCalc 9565*

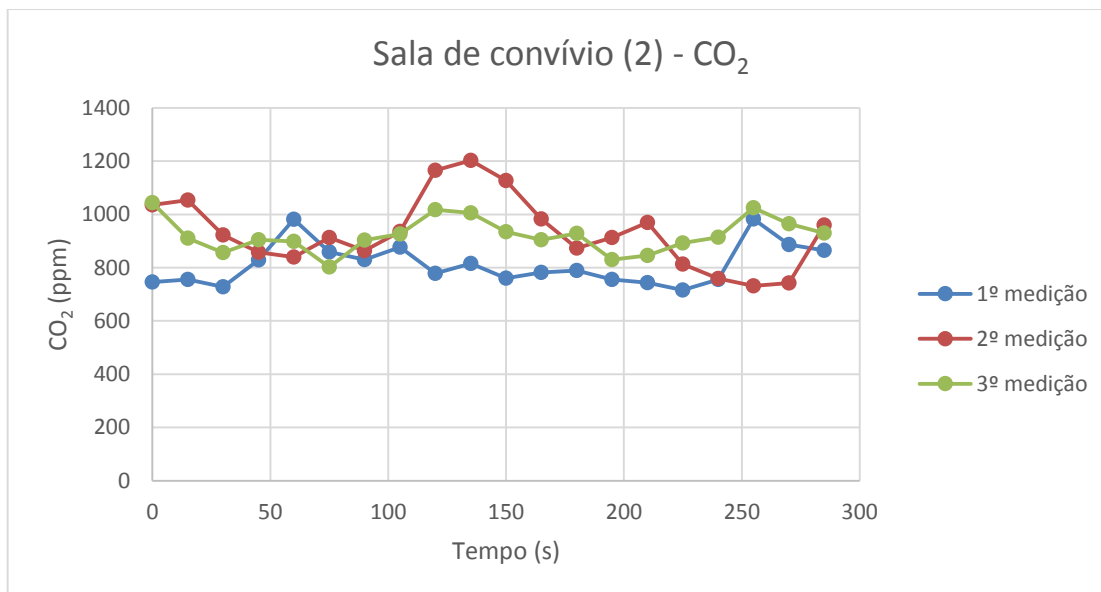


Gráfico 4-22 - Medições de CO₂ no ponto 2 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda *VelociCalc 9565*

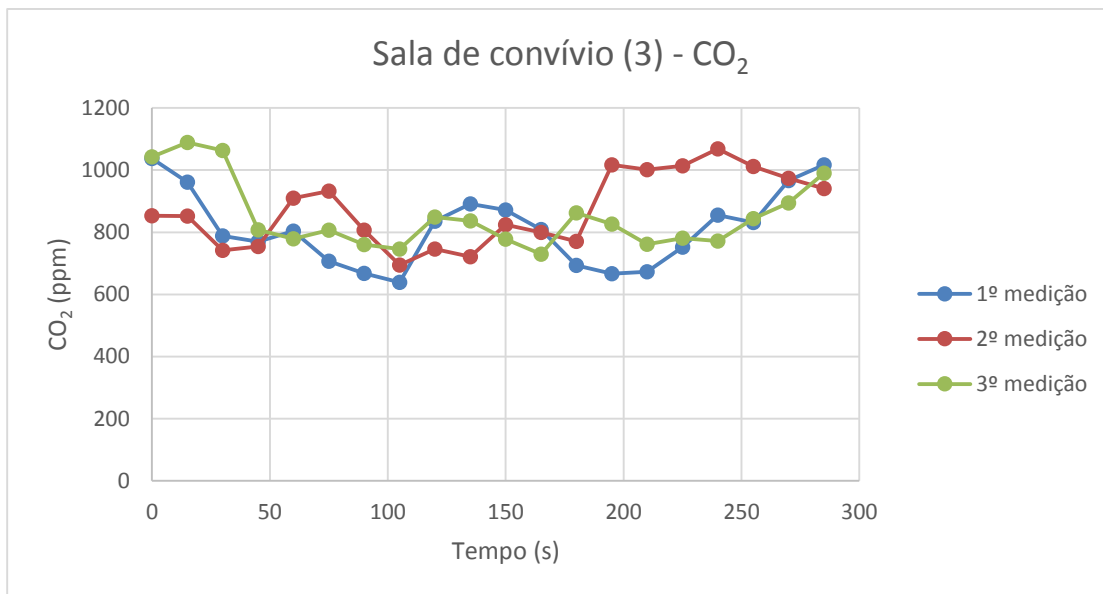


Gráfico 4-23 - Medições de CO₂ no ponto 3 da Sala de convívio do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

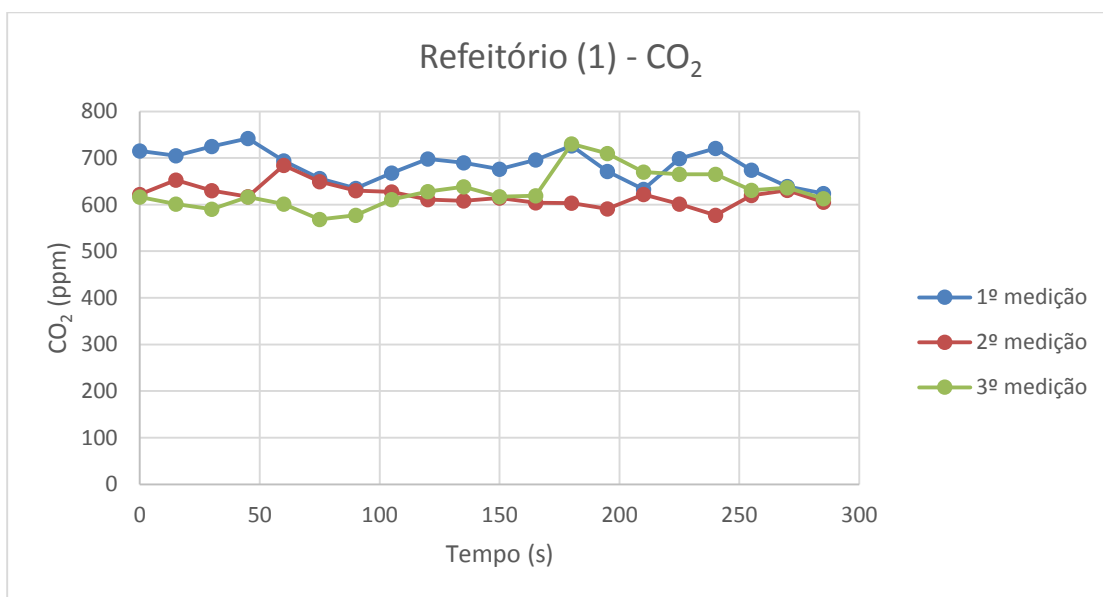


Gráfico 4-24 - Medições de CO₂ no ponto 1 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

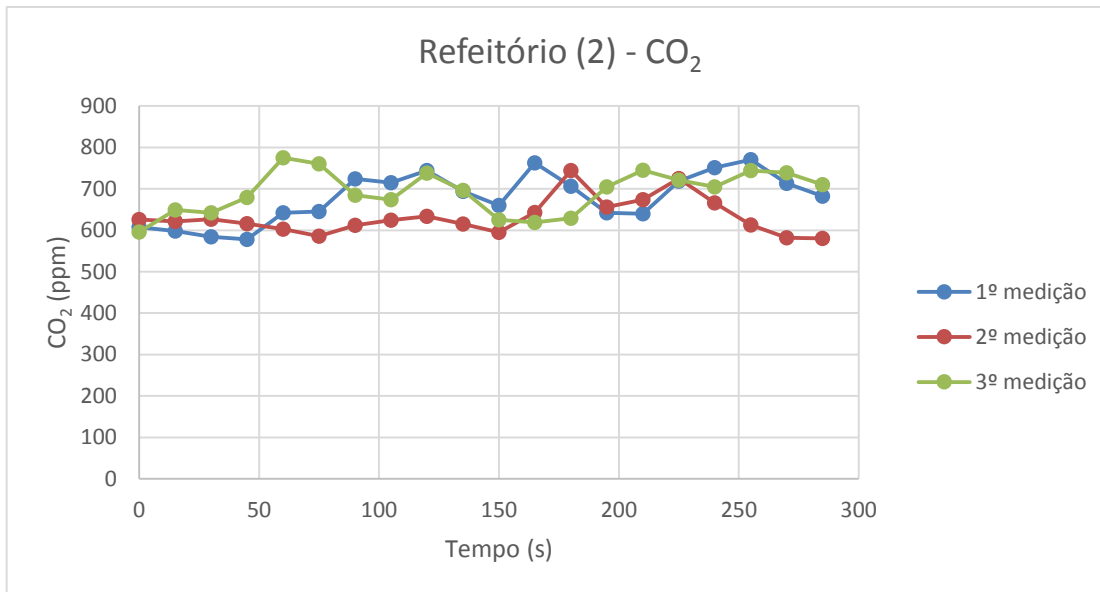


Gráfico 4-25 - Medições de CO₂ no ponto 2 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

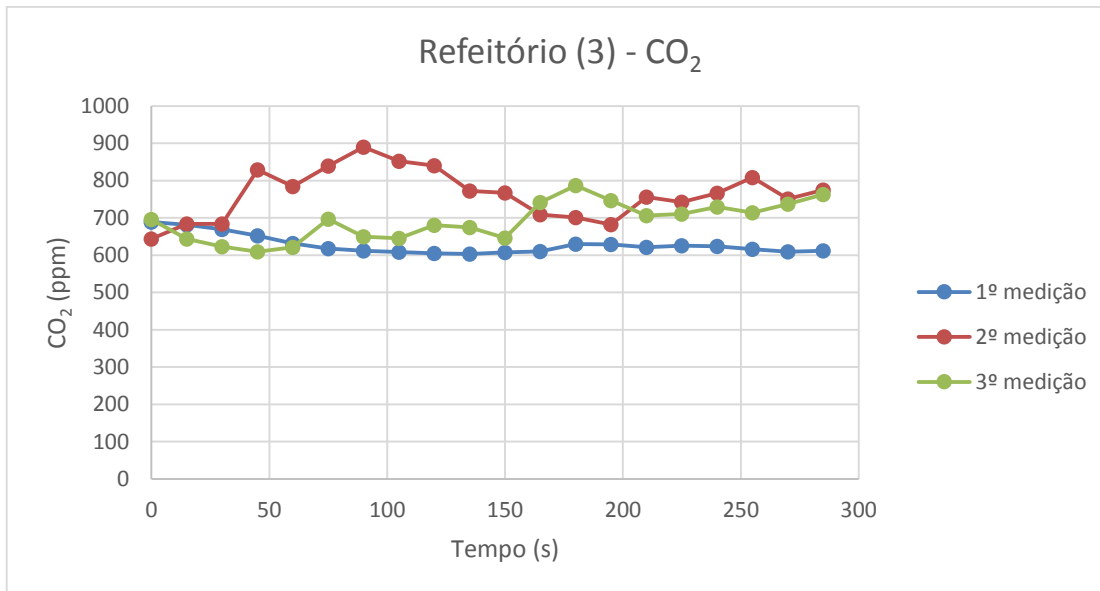


Gráfico 4-26 - Medições de CO₂ no ponto 3 do Refeitório do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

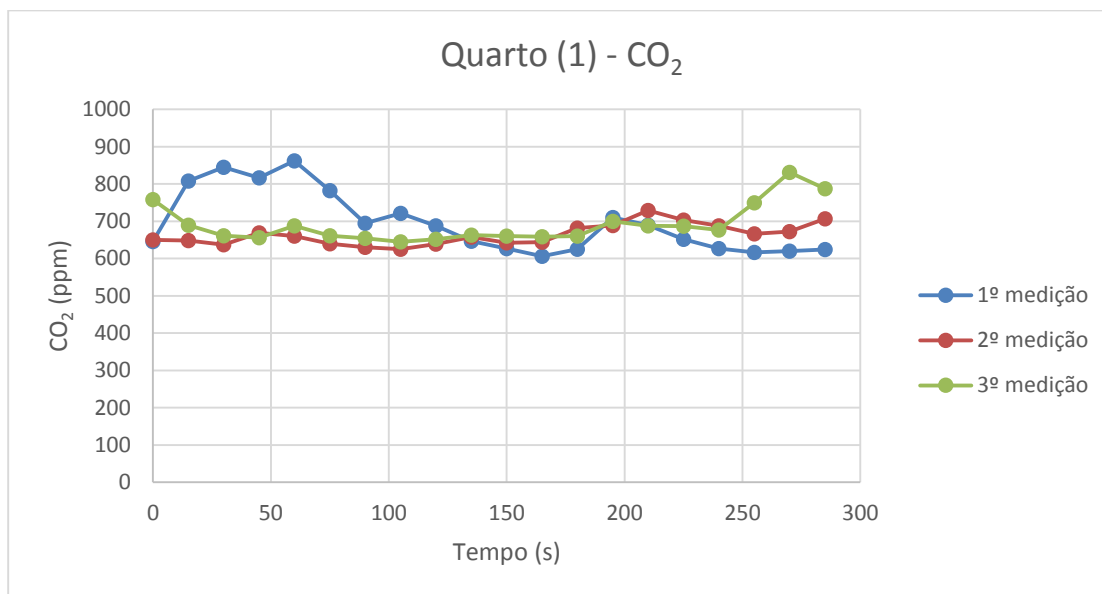


Gráfico 4-27 - Medições de CO₂ no Quarto triplo do Lar de idosos com a sonda VelociCalc 9565

Como se pode verificar pelos gráficos acima apresentados (gráficos 4.21 a 4.27), os valores medidos encontram-se acima do valor máximo admissível de 984 ppm, visto que variam entre 600 e 1200 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar riscos para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de convívio entre 700 e 1200 ppm, representa um valor acima do limite imposto pelo regulamento o que pode significar um risco perigoso para a saúde dos ocupantes. Este valor pode dever-se à grande ocupação de utentes e ao facto de vários equipamentos estarem a funcionar no decorrer das medições.
- No refeitório entre 600 e 900 ppm, respeita o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes, apesar de estes valores se encontrarem próximos do valor de referência.
- No quarto entre 600 e 850 ppm, não representam risco de perigo para a saúde.

Considerando que os valores apenas ultrapassaram o valor de referência na sala de convívio e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Ocupação humana no decorrer das medições;
- Utilização de equipamentos eletrónicos (televisão na sala de convívio ligada);
- Compartimentação do espaço (existe comunicação da sala de convívio e refeitório para as zonas de circulação);

Formaldeído

Para analisar o componente químico formaldeído (HCOH) foi utilizada a sonda *Formaldemeter htV-M*. Nas figuras 4.41 e 4.42 apresenta-se o equipamento em funcionamento.



Figura 4-41 - Formaldemeter htV-M exibindo uma leitura de concentração HCOH



Figura 4-42 - Utilização do equipamento de medição de HCOH

Na tabela 4.6 apresentam-se os resultados das medições para o lar de idosos.

Tabela 4-6 - Resultados das medições de concentrações de formaldeído no Lar de idosos

Local	Nº ponto	Nº medição	Formaldeído (ppm)
Sala de convívio	Ponto 1	1ª medição	0,04
		2ª medição	0,09
		3ª medição	0,09
	Ponto 2	1ª medição	0,08
		2ª medição	0,07
		3ª medição	0,06
	Ponto 3	1ª medição	0,05
		2ª medição	0,09
		3ª medição	0,08
Refeitório	Ponto 1	1ª medição	0,06
		2ª medição	0,05
		3ª medição	0,06
	Ponto 2	1ª medição	0,07
		2ª medição	0,05
		3ª medição	0,05
	Ponto 3	1ª medição	0,06
		2ª medição	0,07
		3ª medição	0,06
Quarto	Ponto 1	1ª medição	0,14
		2ª medição	0,15
		3ª medição	0,10

Como se pode verificar pela tabela acima apresentada, tabela 4.6, alguns dos valores medidos encontram-se acima do valor máximo admissível de 0,08 ppm, visto que variam entre 0,04 e 0,15 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de convívio entre 0,04 a 0,09 ppm, estes valores tiveram uma maior variação, alguns medidos perto do valor de referência podendo representar um risco para a saúde dos ocupantes. Estes valores podem dever-se à ocupação do espaço.
- No refeitório entre 0,05 a 0,07 ppm, respeitam o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes. Não existia ocupação na altura deste ensaio.
- No quarto entre 0,10 a 0,15 ppm, valores acima do limite máximo que se devem ao facto de que anteriormente às medições, o pavimento tinha sido acabado de lavar, o qual ainda se encontrava húmido, libertando assim partículas que foram medidas pela sonda. Considerando que foi uma situação pontual, neste compartimento os valores de formaldeído não devem representar um risco de perigo para a saúde.

Considerando que os valores ultrapassaram o limite imposto e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Ocupação humana no decorrer das medições;
- Utilização de equipamentos eletrónicos (televisão na sala de convívio ligada);
- Compartimentação do espaço (existe comunicação da sala de convívio e refeitório para as zonas de circulação);
- Limpeza do compartimento.

Tendo em conta os valores observados no quarto devido ao descrito em cima, sugere-se o uso de produtos não poluentes nas limpezas periódicas dos compartimentos.

Iluminação

Para analisar a quantidade de luz presente nos compartimentos foi usado o luxímetro *Testo 540*. Nas figuras 4.43 e 4.44 apresenta-se o equipamento em funcionamento.



Figura 4-43 - Luxímetro exibindo uma leitura em lux



Figura 4-44 - Utilização do luxímetro

Na tabela 4.7 apresentam-se os resultados das medições para o lar de idosos.

Tabela 4-7 - Resultados das medições de luminosidade no Lar de idosos

Local	Nº ponto	Nº medição	Luminosidade (lux)
Sala de convívio	Ponto 1	1ª medição	220
		2ª medição	179
		3ª medição	165
	Ponto 2	1ª medição	190
		2ª medição	149
		3ª medição	228
	Ponto 3	1ª medição	239
		2ª medição	226
		3ª medição	218
Refeitório	Ponto 1	1ª medição	314
		2ª medição	295
		3ª medição	301
	Ponto 2	1ª medição	287
		2ª medição	316
		3ª medição	331
	Ponto 3	1ª medição	296
		2ª medição	294
		3ª medição	290
Quarto	Ponto 1	1ª medição	889
		2ª medição	1015
		3ª medição	926

Como se pode verificar pela tabela acima apresentada, tabela 4.7, os valores medidos são mais altos no quarto que na sala de convívio e refeitório. Não existe uma grande variação entre os vários pontos da sala e refeitório. Visto que os locais analisados possuem distintas utilizações, janelas, orientações, ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de convívio entre 149 a 239 lux e no refeitório foi entre 290 a 316 lux, sendo estes dois compartimentos idênticos, isto deve-se a altura no edifício. A sala de convívio encontra-se no 1º piso e o refeitório diretamente por cima, no 2º piso. Os ensaios foram feitos com as cortinas interiores meio abertas. Estes valores respeitam o mínimo sugerido pelas RTES.
- No quarto entre 889 a 1015 lux, neste compartimento nota-se uma maior iluminação dado que este compartimento é de menor área que os anteriores e tem duas paredes expostas ao exterior. Os ensaios foram feitos com as cortinas interiores meio abertas. Estes valores respeitam o mínimo sugerido pelas RTES.

Nenhum dos compartimentos continha iluminação artificial ligada, estes resultados foram obtidos apenas com luz natural.

4.6.2 Infantário 1

Temperatura e Humidade Relativa

Para a medição da temperatura e humidade relativa no infantário 1 foi utilizada a sonda *Extech RH520*. Esta sonda foi colocada durante 15 dias no refeitório e 30 dias na sala de atividades e dormitório durante os meses de Março e Abril de 2014, medindo estes parâmetros com o intervalo de um minuto.

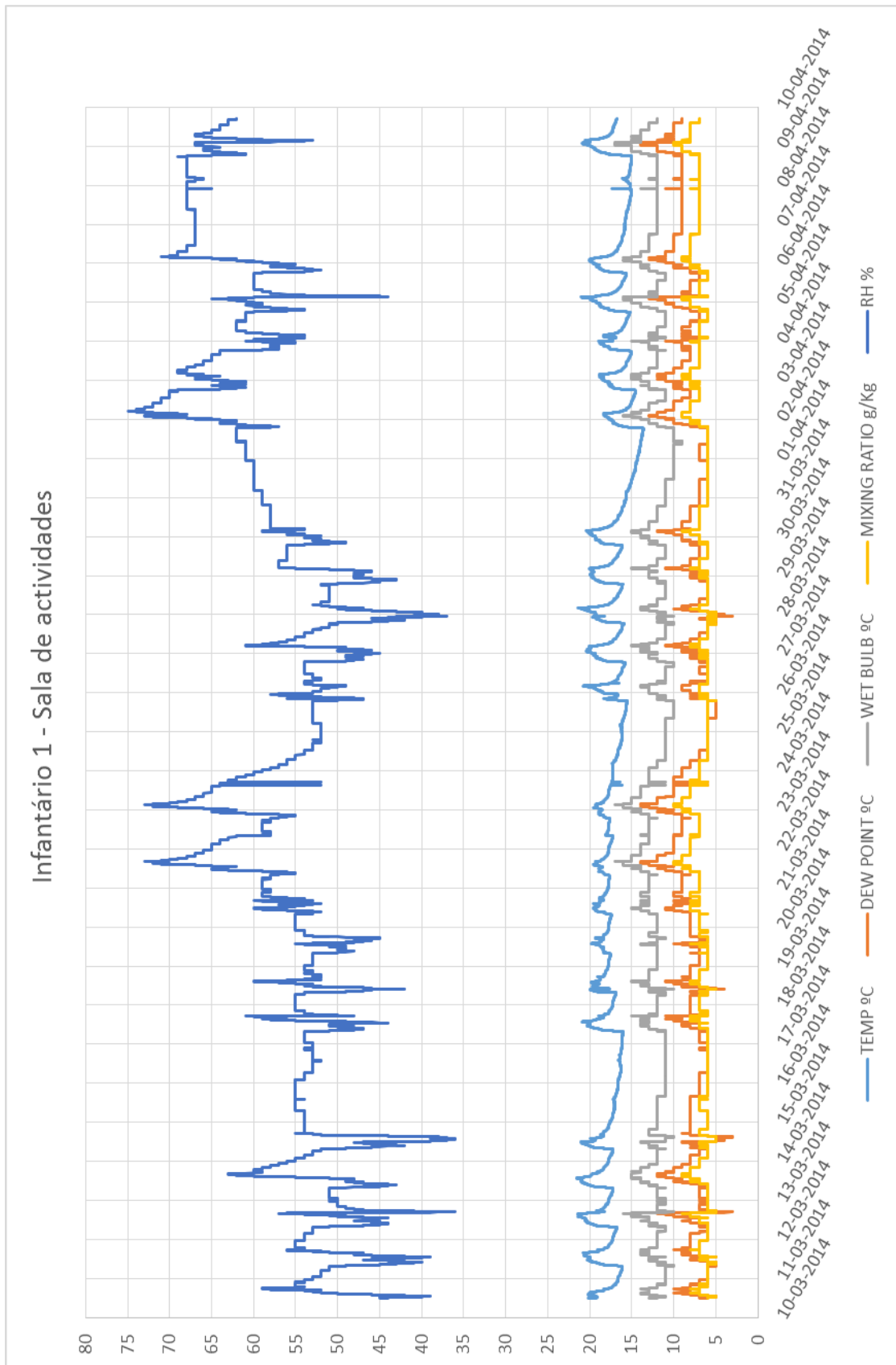


Gráfico 4-28 - Registos de temperatura e humidade na sala de actividades do Infantário 1

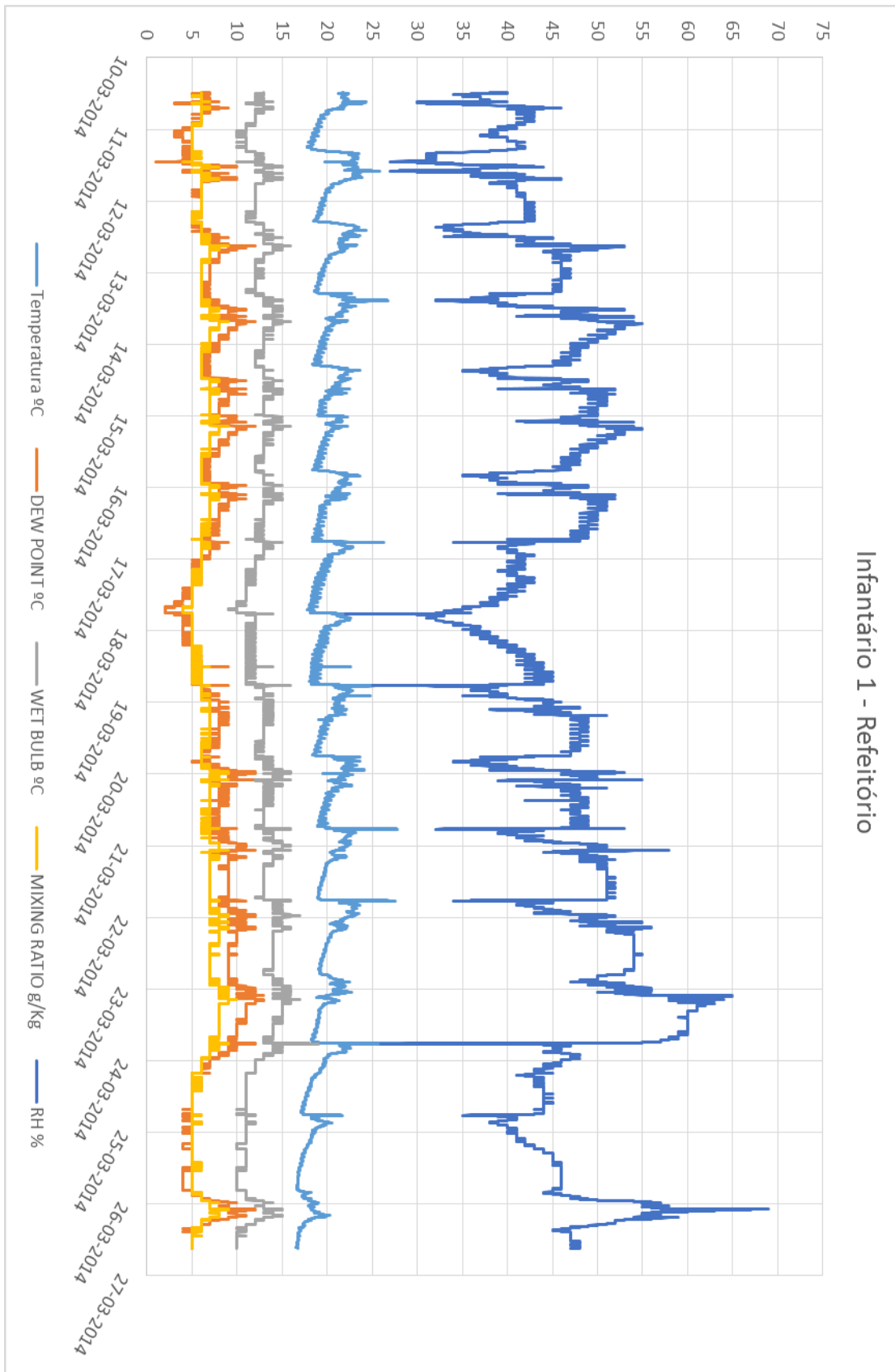


Gráfico 4-29 - Registos de temperatura e humidade no refeitório do Infanatório 1

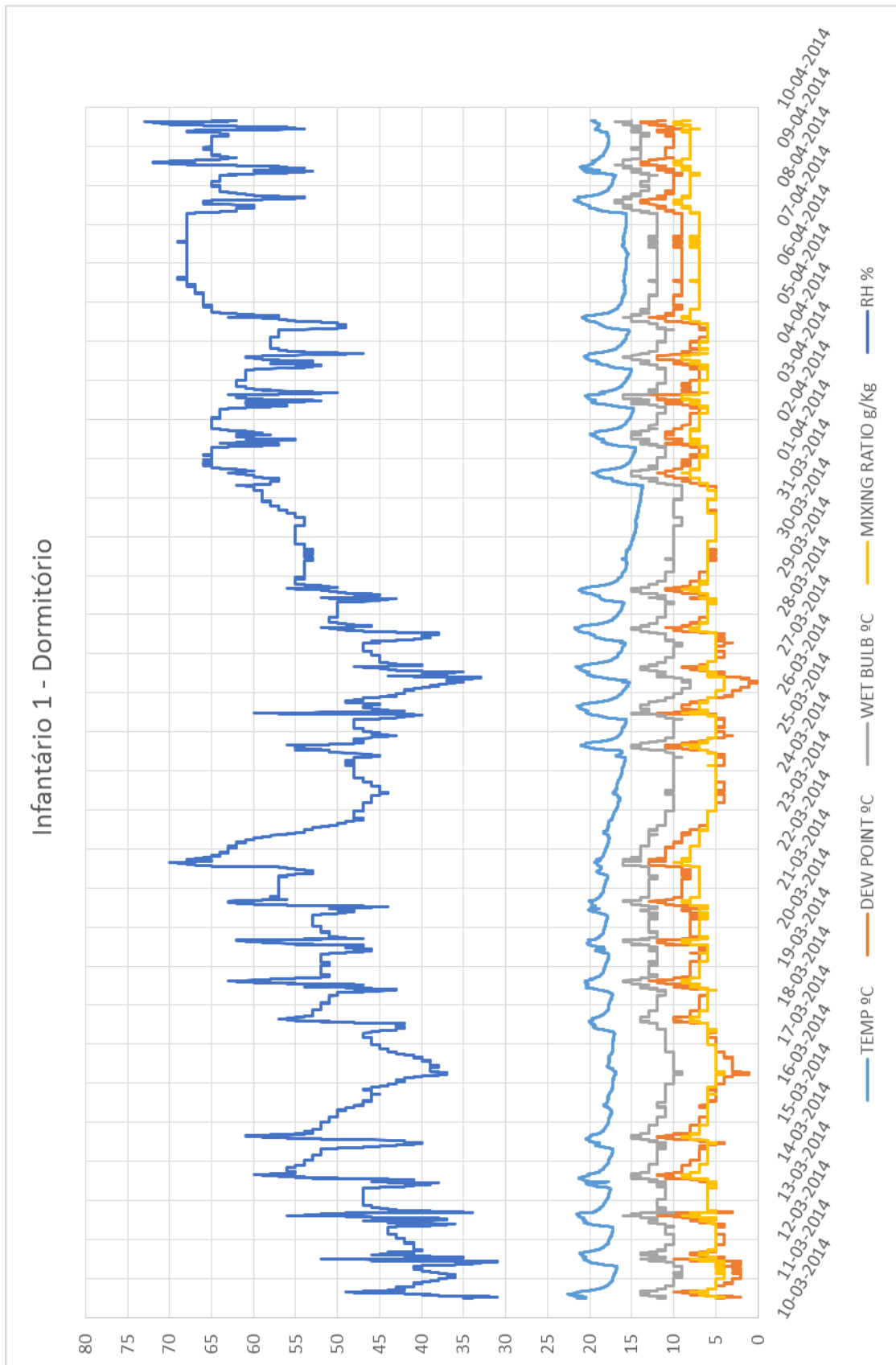


Gráfico 4-30 - Registos de temperatura e humidade no dormitório do Infantário 1

Gráfico de temperaturas março 2014

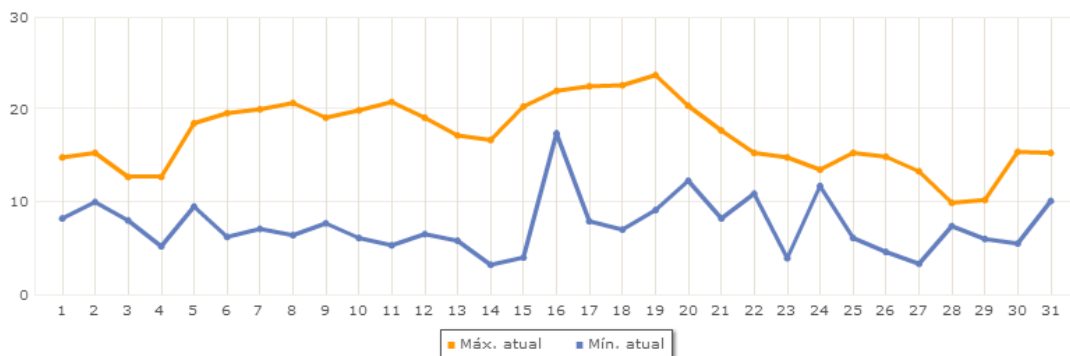


Gráfico 4-31 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Março de 2014

Gráfico de temperaturas abril 2014

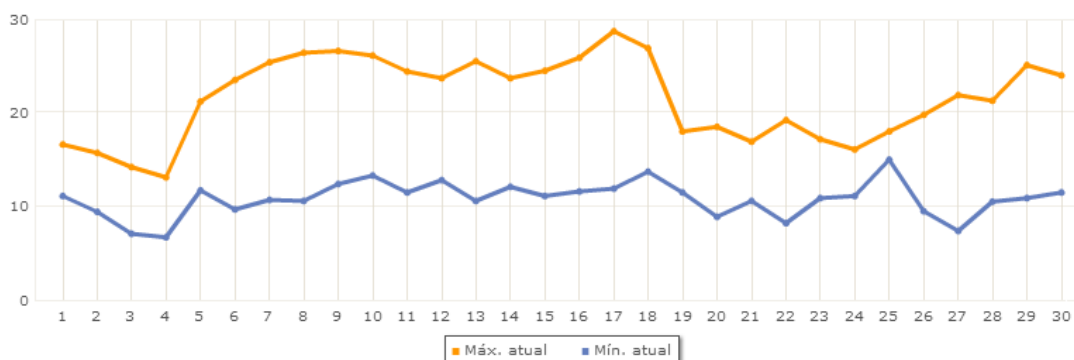


Gráfico 4-32 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Abril de 2014

Como se pode verificar pelos gráficos acima apresentados, gráfico 4.28 a 4.30, alguns dos valores de temperatura medidos encontram-se abaixo do intervalo recomendado de 20°C a 25°C. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes e deve ser corrigido.

Tendo em consideração que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades a temperatura encontra-se quase sempre abaixo dos 20°C e a humidade relativa do ar entre os valores recomendados de 40% a 60% com a exceção de alguns picos superiores. Este valor baixo de temperatura pode dever-se à idade do edifício, fraco isolamento das paredes e janelas mal vedadas e de fraca qualidade (em madeira com vidro simples). Isto permite uma maior ventilação do exterior para o interior do compartimento. Os valores superiores a 60% de humidade relativa do ar podem dever-se à ocupação humana na sala ou devido às limpezas realizadas duas vezes por dia.
- No refeitório a temperatura encontra-se dentro dos valores recomendados (20°C a 25°C) apenas no período da noite está abaixo deste valor. Os valores acima dos 25°C coincidem com valores de humidade baixa, isto pode dever-se ao aquecimento dos convetores.
- No dormitório a temperatura está normalmente abaixo dos 20°C, este compartimento apenas é usado uma vez por dia, sendo só aquecido antes e durante a sua utilização. As caixilharias em madeira também têm influência no rápido arrefecimento deste local. A humidade relativa encontra-se dentro dos valores normais exceto em alguns horários pontuais em que varia para valores superiores e outras vezes para valores inferiores, isto pode dever-se aos horários de limpeza e horários de aquecimento do espaço, respetivamente.

De um modo geral, neste edifício as temperaturas têm tendência a ser baixas conforme a temperatura exterior, isto deve-se à idade do edifício e da sua construção, também às pontes térmicas nas caixilharias e vidros de fraca qualidade (caixilharias de madeira com vidro simples).

Compostos Orgânicos Voláteis e Dióxido de Carbono

Na medição dos COV'sT foram utilizadas as sondas *Photovac 2020ppbPRO* e *VelociCalc 9565*. A sonda *VelociCalc 9565* também fez medições dos valores de CO₂.

Nos gráficos 4.33 a 4.35 apresentam-se as medições de COV's obtidas com a sonda *Photovac 2020ppbPRO* para o infantário 1.

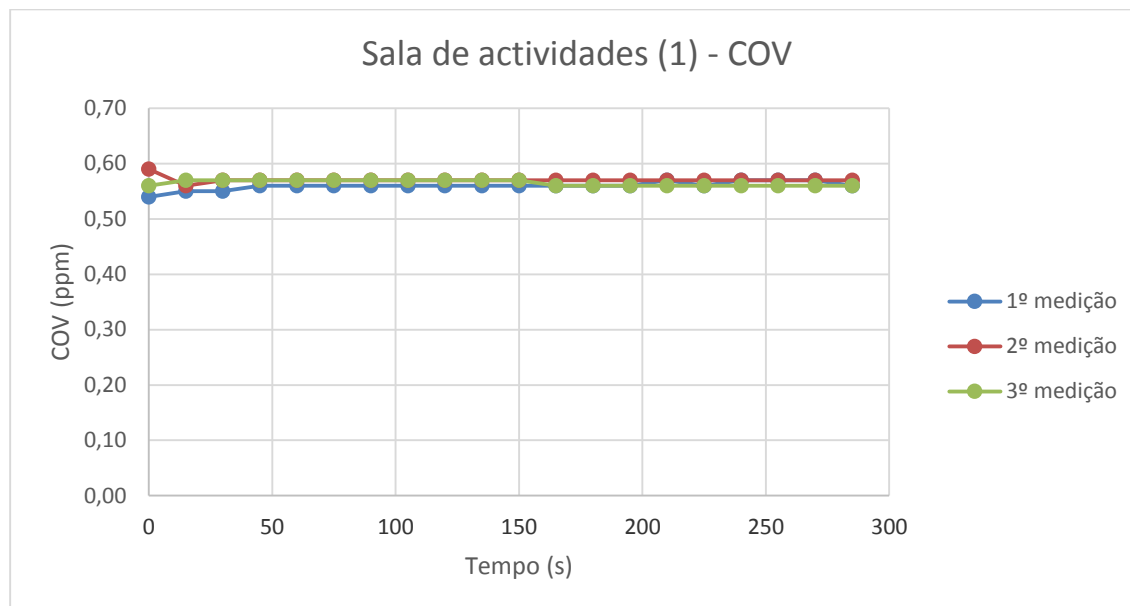


Gráfico 4-33 - Medições de COV's na Sala de actividades do Infantário 1 com a sonda *Photovac 2020ppbPRO*

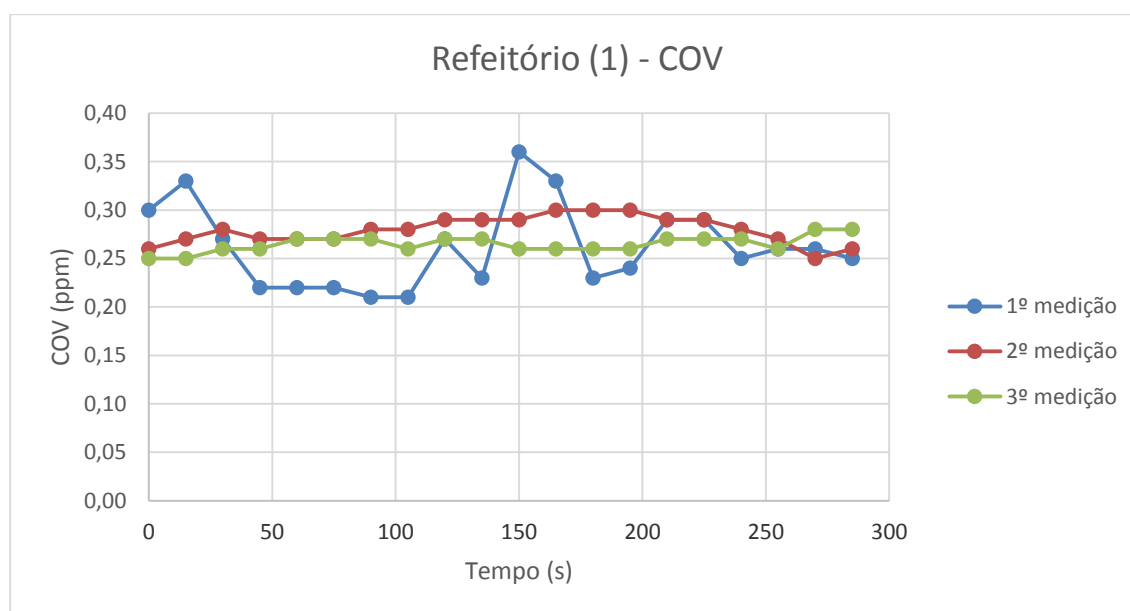


Gráfico 4-34 - Medições de COV's no Refeitório do Infantário 1 com a sonda *Photovac 2020ppbPRO*

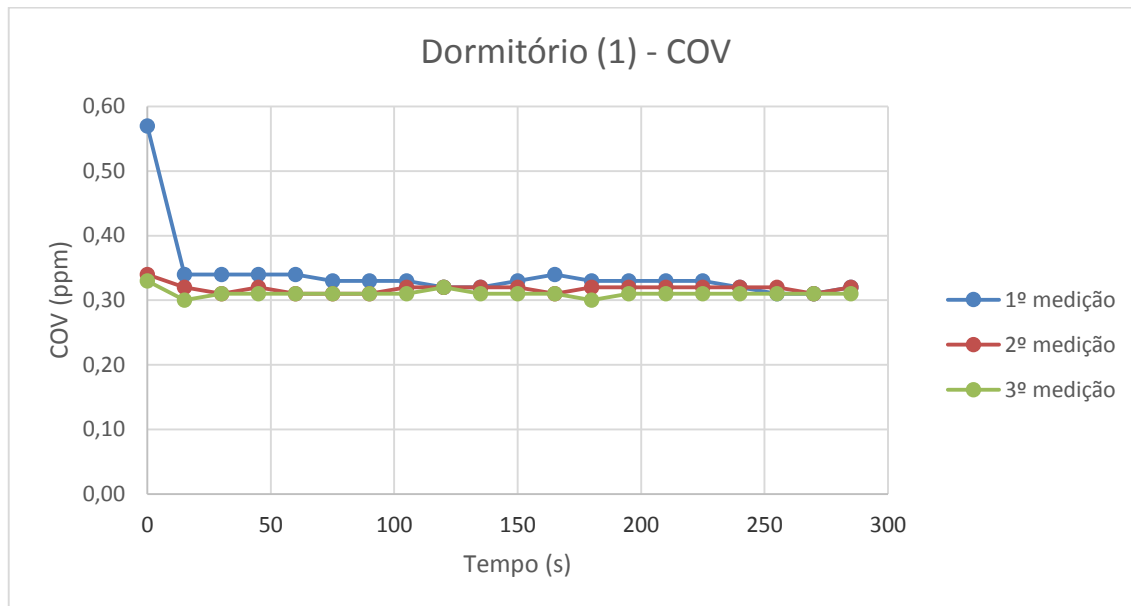


Gráfico 4-35 - Medições de COV's no Dormitório do Infantário 1 com a sonda Photovac 2020ppbPRO

Nos gráficos 4.36 a 4.38 apresentam-se as medições de COV's obtidas com a sonda *VelociCalc 9565* para o infantário 1.

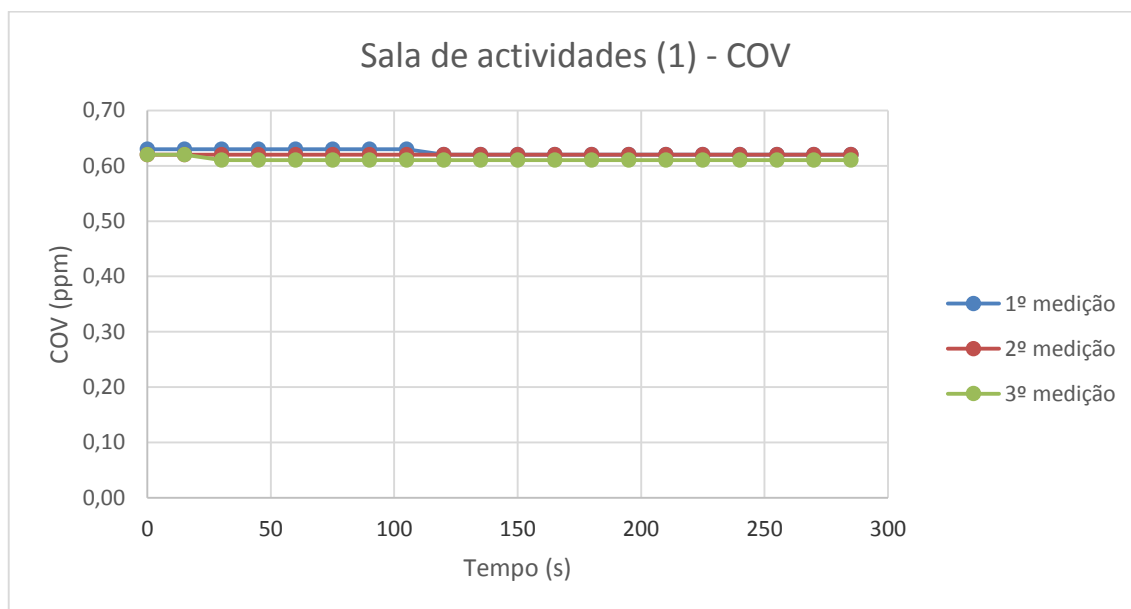


Gráfico 4-36 - Medições de COV's na Sala de actividades do Infantário 1 com a sonda *VelociCalc 9565*

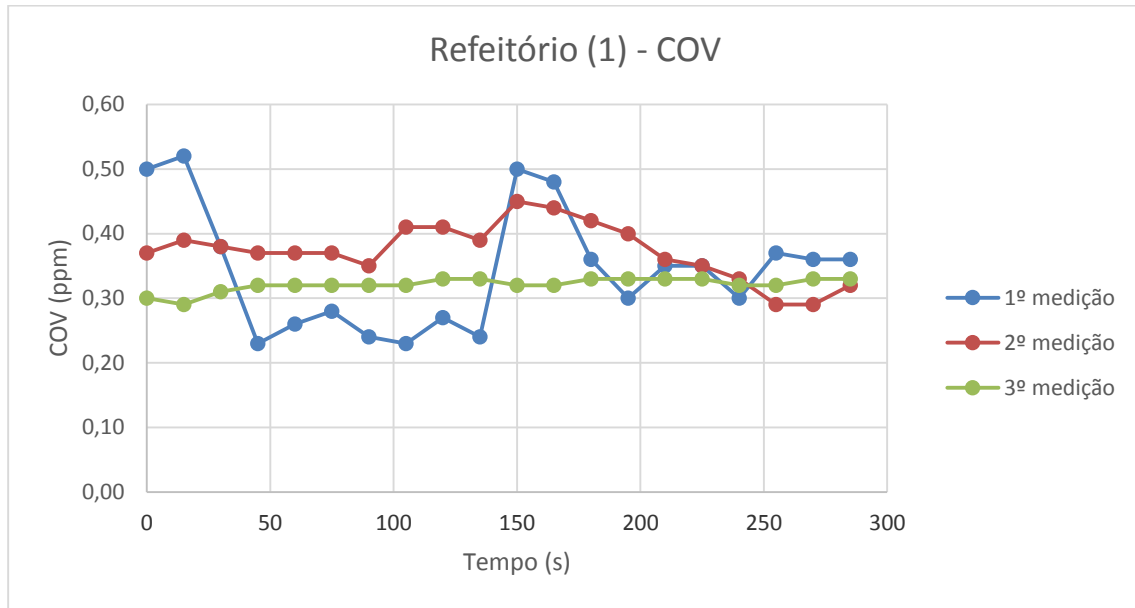


Gráfico 4-37 - Medições de COV's no Refeitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565

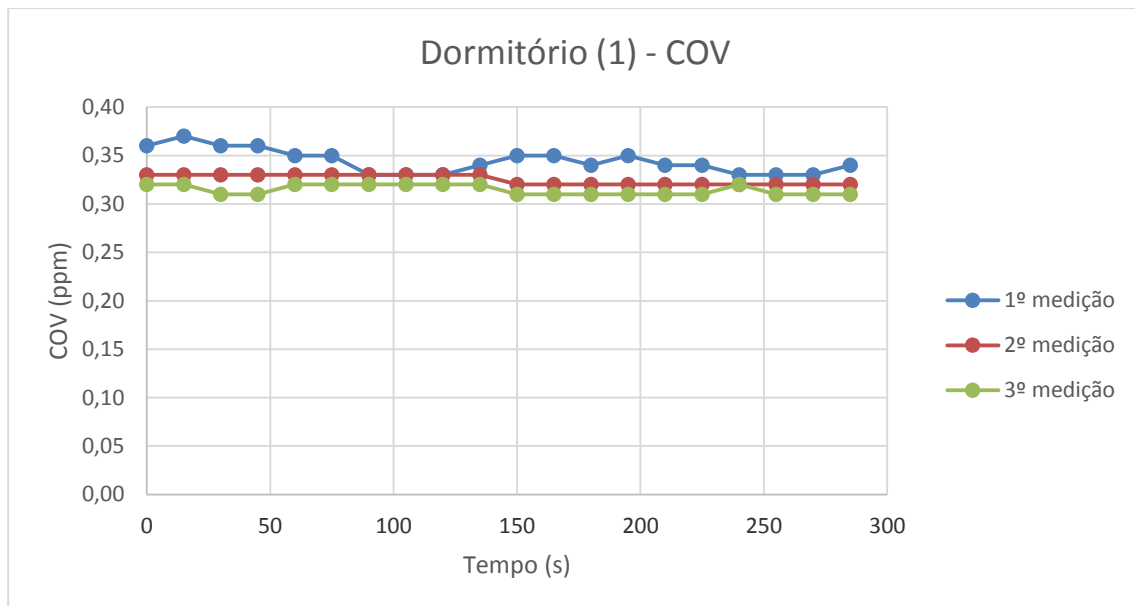


Gráfico 4-38 - Medições de COV's no Dormitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565

Como se pode verificar pelos gráficos anteriormente apresentados (gráficos 4.33 a 4.38), alguns dos valores medidos encontram-se acima do valor máximo admissível de 0,60 ppm, visto que variam entre 0,20 e 0,63 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes devendo ser corrigido.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 0,54 a 0,59 ppm para a sonda *Photovac* e 0,61 a 0,63 ppm para a sonda *VelociCalc*, podem representar um valor perigoso para a saúde dos ocupantes. Na altura das medições não existia ocupação na sala, estes valores altos podem dever-se à presenças de carpetes/tapetes, mobiliário ou revestimento do pavimento que poderão libertar alguns compostos orgânicos.
- No refeitório entre 0,20 a 0,35 ppm para a sonda *Photovac* e 0,20 a 0,50 ppm para a sonda *VelociCalc*, respeitam o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes.
- No dormitório entre 0,30 a 0,35 ppm para a sonda *Photovac* e 0,31 a 0,37 ppm para a sonda *VelociCalc*, não representam risco de perigo para a saúde. Foi ignorado um valor pontual na sonda *Photovac* de 0,60 ppm, este não foi registado pela outra sonda e foi tido em conta como falsa medição (respiração do utilizador).

As duas sondas registaram medições semelhantes em cada ponto de medição, sendo que a sonda *VelociCalc* apresentou sempre valores um pouco mais altos que a *Photovac*.

Considerando que os valores ultrapassaram o limite imposto num compartimento e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Vedação do espaço (portas dos compartimentos antigas e mal vedadas);
- Ocupação humana no decorrer das medições (no caso do refeitório, algumas crianças presentes);

Nos gráficos 4.39 a 4.41 apresentam-se as medições de CO₂ obtidas com a sonda *VelociCalc 9565* para o infantário 1.

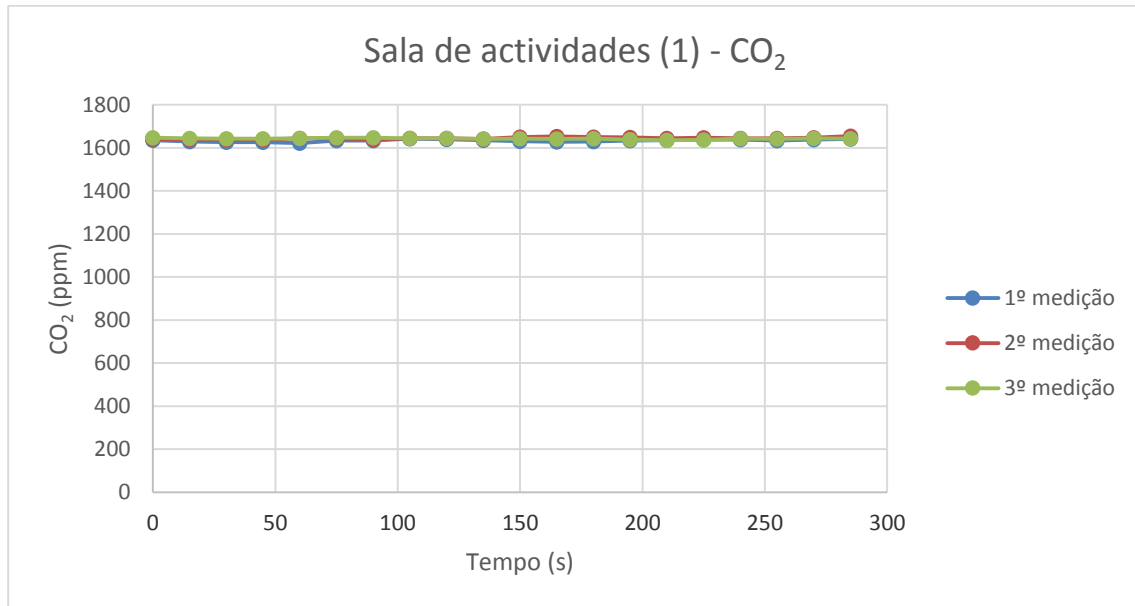


Gráfico 4-39 - Medições de CO₂ na Sala de actividades do Infantário 1 com a sonda *VelociCalc 9565*

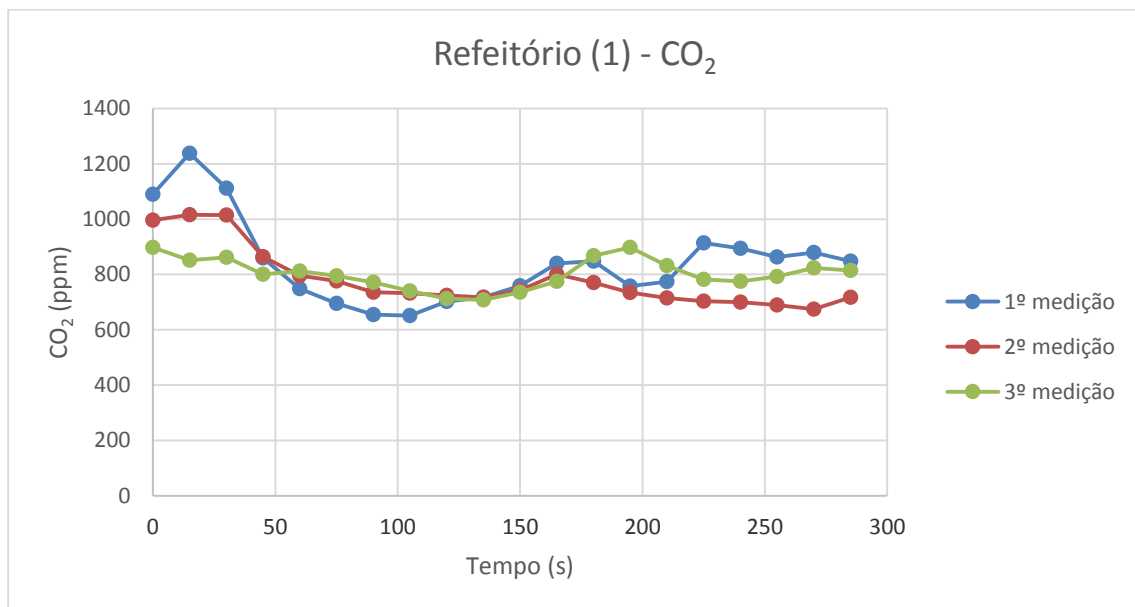


Gráfico 4-40 - Medições de CO₂ no Refeitório do Infantário 1 com a sonda *VelociCalc 9565*

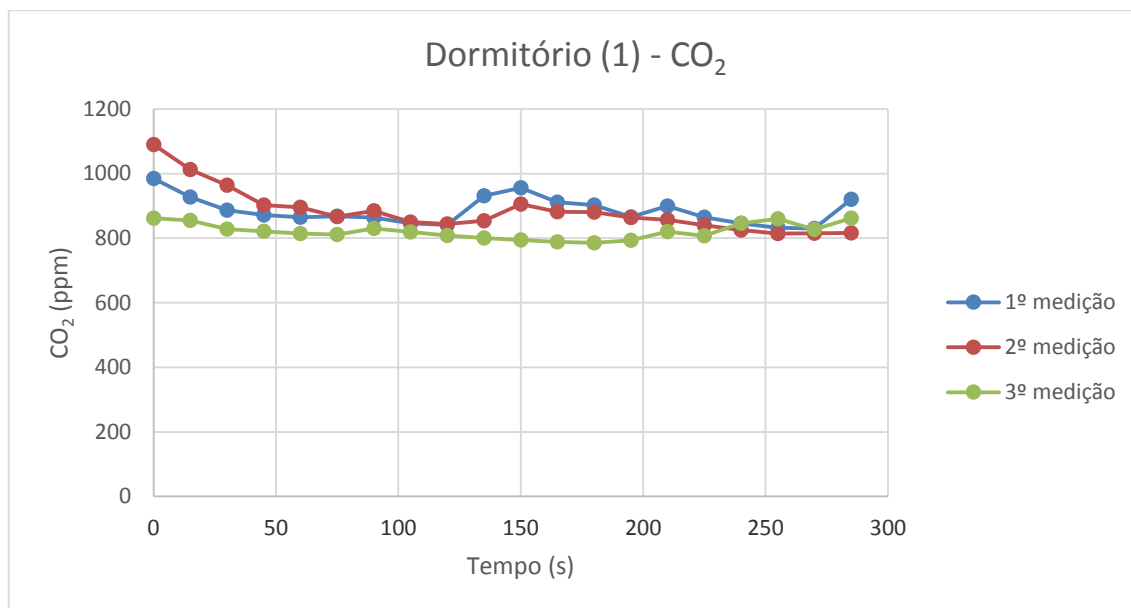


Gráfico 4-41 - Medições de CO₂ no Dormitório do Infantário 1 com a sonda VelociCalc 9565

Como se pode verificar pelos gráficos acima apresentados (gráficos 4.39 a 4.41), alguns dos valores medidos encontram-se acima do valor máximo admissível de 984 ppm, visto que variam entre 600 e 1655 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes, devendo ser corrigido.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de convívio entre 1620 a 1655 ppm, representa um valor muito alto e acima do limite, pode ser um risco para a saúde dos ocupantes. Como nas medições de COV's anteriores o valor também ultrapassou o limite de referência, conclui-se que existe libertação de partículas neste compartimento, provavelmente do revestimento antigo em soalho de madeira da sala de atividades.
- No refeitório entre 600 a 1200 ppm, não respeita o limite máximo, pode representar um risco para a saúde dos ocupantes. Estes valores podem dever-se à ocupação humana no decorrer das medições.
- No dormitório entre 800 a 1100 ppm, pode representar um risco para a saúde. Não existia ocupação no decorrer das medições. Não foi observada nenhuma possível origem de dióxido de carbono. Estes valores podem dever-se a respiração do utilizador na altura do ensaio.

Considerando que os valores ultrapassaram o limite imposto em todos os compartimentos e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Idade do edifício (revestimentos antigos, má vedação entre compartimentos);
- Ocupação humana no decorrer das medições (refeitório);

Formaldeído

Para analisar o componente químico formaldeído (HCOH) foi utilizada a sonda *Formaldemeter htV-M*.

Na tabela 4.8 apresentam-se os resultados das medições do formaldeído para o infantário 1.

Tabela 4-8 - Resultados das medições de concentrações de formaldeído no Infantário 1

Local	Nº ponto	Nº medição	Formaldeído (ppm)
Sala de atividades	Ponto 1	1ª medição	0,04
		2ª medição	0,06
		3ª medição	0,06
Refeitório	Ponto 1	1ª medição	0,03
		2ª medição	0,04
		3ª medição	0,03
Dormitório	Ponto 1	1ª medição	0,02
		2ª medição	0,02
		3ª medição	0,02

Como se pode verificar pela tabela anteriormente apresentada, tabela 4.8, os valores medidos encontram-se abaixo do valor máximo admissível de 0,08 ppm, visto que variam entre 0,02 e 0,06 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro não representa um risco para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 0,04 a 0,06 ppm, não representam um valor perigoso para a saúde dos ocupantes.
- No refeitório entre 0,03 a 0,04 ppm, respeitam o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes.
- No dormitório 0,02 ppm, não representa um risco de perigo para a saúde.

Considerando que os valores nunca ultrapassaram o limite imposto e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Não existiu ocupação humana no decorrer das medições (apenas existiu no refeitório);
- Não utilização de equipamentos eletrônicos;
- Lavagem dos espaços feita depois das medições;

Iluminação

Para analisar a quantidade de luz presente nos compartimentos foi usado o luxímetro *Testo 540*.

Na tabela 4.9 apresentam-se os resultados das medições de iluminação para o infantário 1.

Tabela 4-9 - Resultados das medições de luminosidade no Infantário 1

Local	Nº ponto	Nº medição	Luminosidade (lux)
Sala de atividades	Ponto 1	1ª medição	1198
		2ª medição	1011
		3ª medição	1158
Refeitório	Ponto 1	1ª medição	408
		2ª medição	495
		3ª medição	408
Dormitório	Ponto 1	1ª medição	88
		2ª medição	93
		3ª medição	114

Como se pode verificar pela tabela acima apresentada, tabela 4.9, os valores medidos são mais altos na sala de atividades que nos restantes compartimentos. Visto que os locais analisados possuem distintas utilizações, janelas, orientações, ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 1011 e 1198 lux, isto deve-se à forte incidência de luz solar durante as medições. Os ensaios foram feitos com as cortinas interiores abertas. Estes valores respeitam os mínimos sugeridos pelas RTES.
- No refeitório entre 408 a 495 lux, este compartimento tem janelas a duas alturas diferentes, encontrando-se as superiores com as cortinas baixas e as inferiores com proteção interior aberta. Este valor considera-se confortável para o compartimento. Estes valores respeitam os mínimos sugeridos pelas RTES.
- No dormitório entre 88 a 114 lux, as janelas neste compartimento são semelhantes às do refeitório, na duração das medições as proteções interiores estavam fechadas. Estes valores não respeitam os mínimos sugeridos pelas RTES, contudo as medições foram efetuadas com as proteções interiores fechadas.

Nenhum dos compartimentos continha iluminação artificial ligada, estes resultados foram obtidos apenas com luz natural.

4.6.3 Infantário 2

Temperatura e Humidade Relativa

Para a medição da temperatura e humidade relativa no infantário 2 foi utilizada a sonda *Extech RH520*. Estas sondas foram colocadas durante 30 dias na sala de atividades, refeitório e berçário durante os meses de Abril e Maio de 2014, medindo estes parâmetros com o intervalo de um minuto.

Nos gráficos 4.42 a 4.44 apresentam-se os resultados das medições.

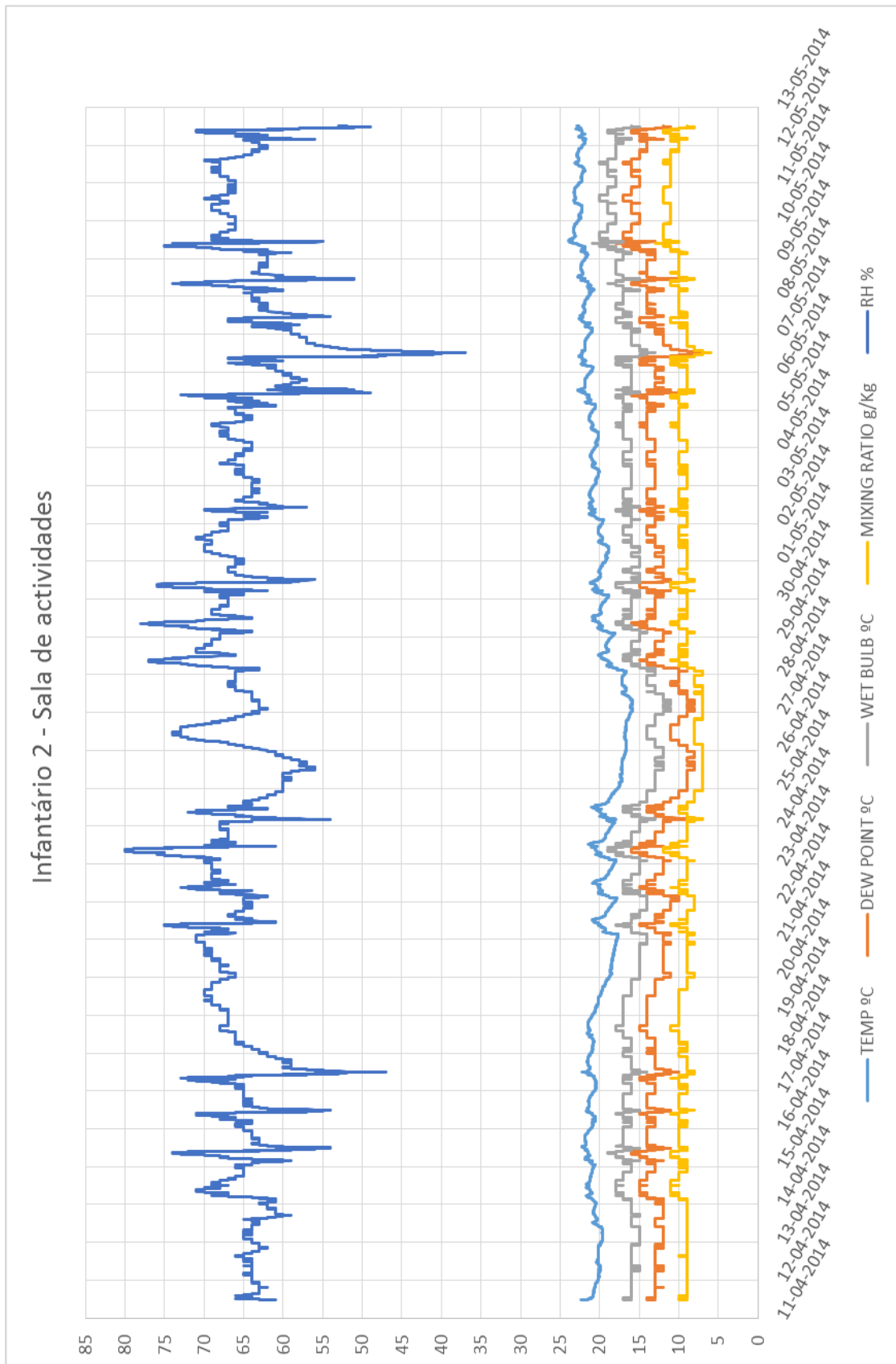


Gráfico 4-42 - Registos de temperatura e humidade na sala de actividades do Infantário 2

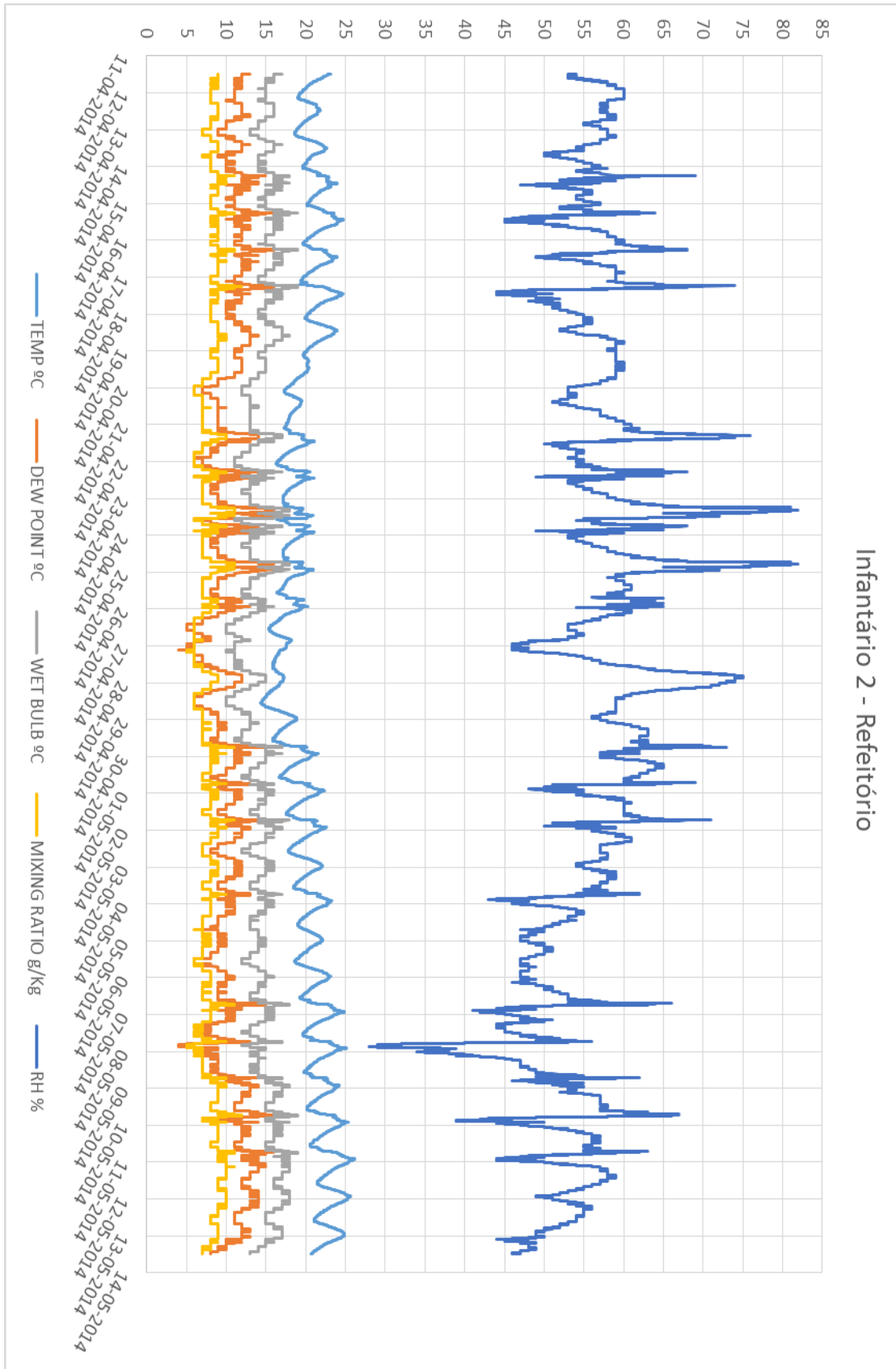


Gráfico 4-43 - Registos de temperatura e humidade no refeitório do Infantário 2

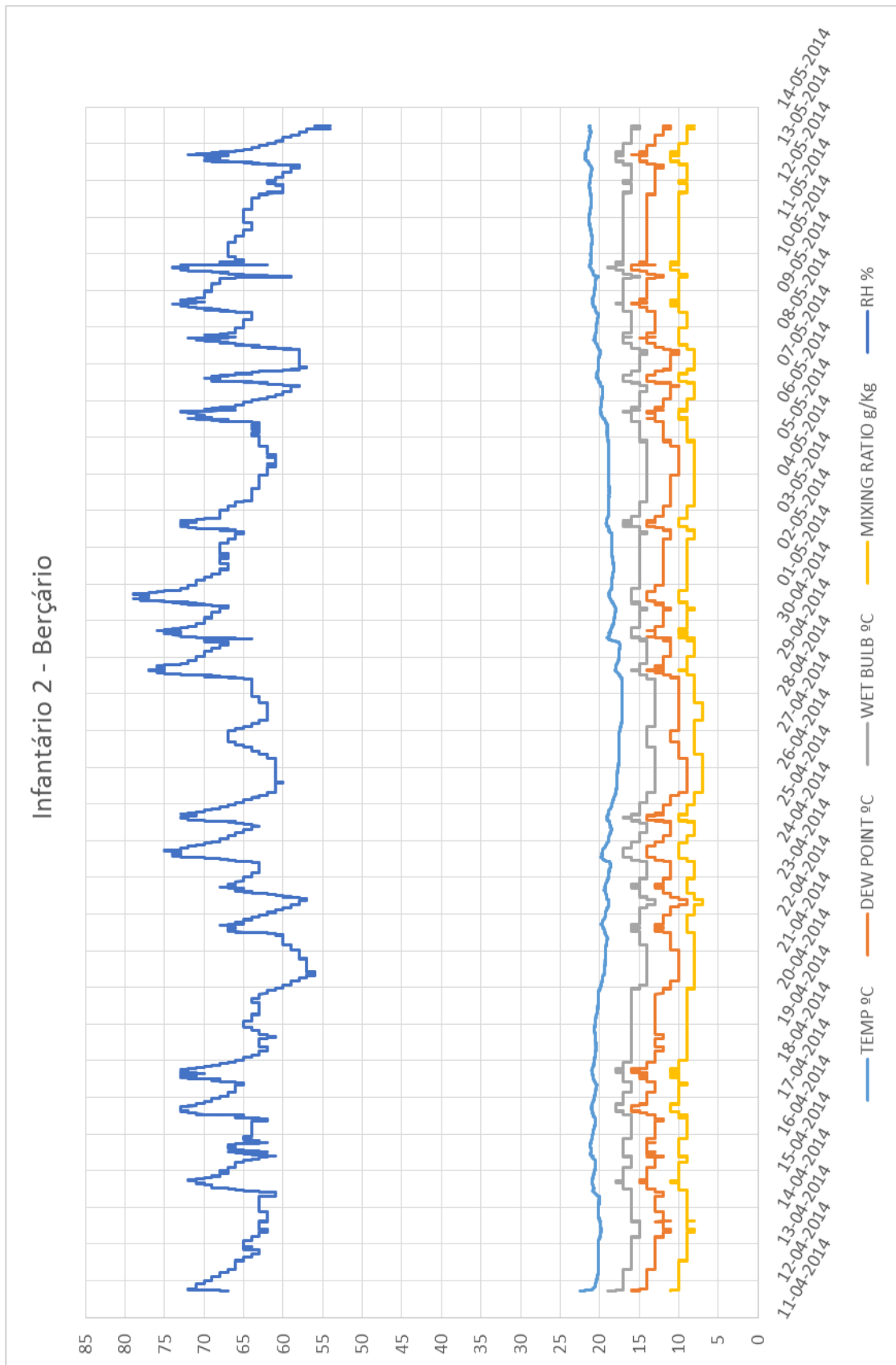


Gráfico 4-44 - Registos de temperatura e humidade no berçário do Infantário 2

Gráfico de temperaturas abril 2014

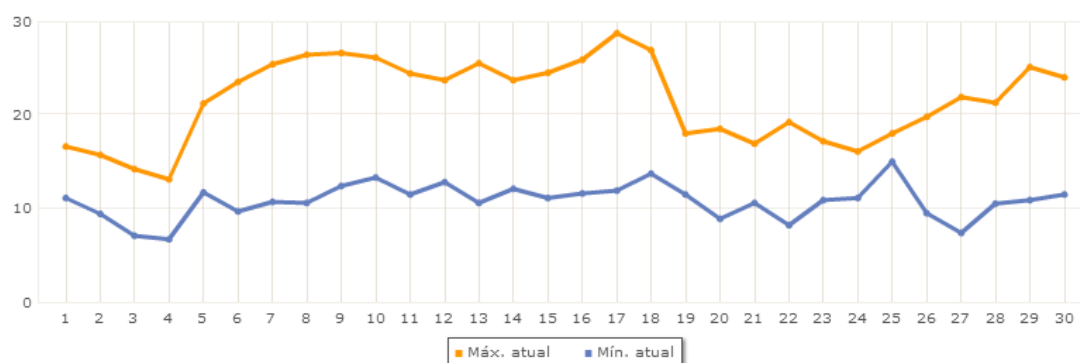


Gráfico 4-45 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Abril de 2014

Gráfico de temperaturas maio 2014

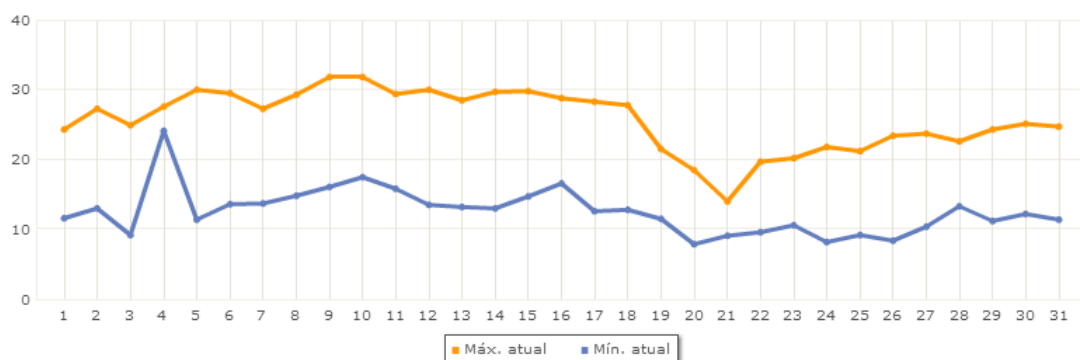


Gráfico 4-46 - Registo de temperaturas exteriores na Covilhã durante Maio de 2014

Como se pode verificar pelos gráficos acima apresentados (gráficos 4.42 a 4.44), alguns dos valores de temperatura medidos encontram-se abaixo do intervalo recomendado de 20°C a 25°C. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes, devendo ser corrigido.

Tendo em consideração que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades a temperatura encontra-se entre os valores recomendados de 20°C a 25°C à exceção de um período de uma semana em que foram ligeiramente inferiores. Também durante os fins de semana a temperatura baixa no local, contudo este não é ocupado durante esses dias. Os valores de humidade relativa são bastante altos, podendo isto dever-se ao fraco isolamento das paredes, fraca qualidade das caixilharias (caixilharias em alumínio sem corte térmico e vidro simples), este compartimento também tem uma constante ligação aberta com a instalação sanitária vizinha. Os picos de humidade devem-se ao aquecimento pelos convetores e à limpeza feita no compartimento
- No refeitório a temperatura encontra-se dentro dos valores recomendados (20°C a 25°C) exceto no mesmo período em que também se registou uma descida nas temperaturas da sala de atividades. Isto deve-se ao fraco isolamento do edifício e das caixilharias, durante este período as temperaturas exteriores foram mais baixas. Neste compartimento é mais difícil manter a temperatura devido à sua grande área e ocupação, é utilizado duas vezes por dia. Os valores de humidade relativa do ar encontram-se dentro do normal exceto no período em que existiu uma descida na temperatura, isto pode-se dever a infiltrações exteriores.
- No berçário os valores encontram-se todos fora do recomendado, a temperatura está frequentemente abaixo dos 20°C e a humidade relativa do ar acima dos 60%. Este local é de baixa ocupação, existe apenas uma janela e é aquecido por equipamentos localizados e pontuais como radiadores elétricos portáteis. Os bebés encontram-se sempre com uma educadora ou auxiliar ou deitados com cobertores ou mantas, isto impede que sintam os valores de temperatura medidos neste local. A humidade deve-se às temperaturas mais baixas e como só existe uma janela neste local, há poucas renovações de ar.

De um modo geral, neste edifício as temperaturas têm tendência a ser baixas conforme a temperatura exterior, isto deve-se à idade do edifício e da sua construção, também às pontes térmicas nas caixilharias e vidros de fraca qualidade (caixilharias de alumínio sem corte térmico com vidro simples). Na semana em que foram registados valores mais baixos de temperatura foi também observada uma descida na temperatura exterior.

Compostos Orgânicos e Voláteis e Dióxido de Carbono

Na medição dos COV'sT foram utilizadas as sondas *Photovac 2020ppbPRO* e *VelociCalc 9565*. A sonda *VelociCalc 9565* também fez medições dos valores de CO₂.

Nos gráficos 4.47 a 4.52 apresentam-se as medições de COV's obtidas com a sonda *Photovac 2020ppbPRO* para o infantário 2.

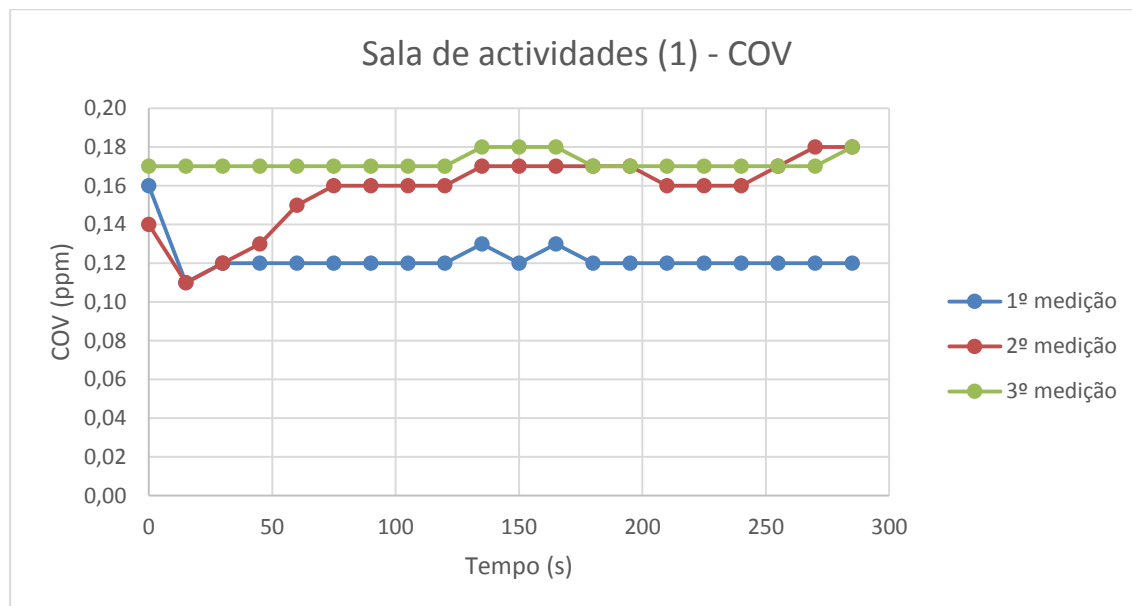


Gráfico 4-47 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de actividades do Infantário 2 com a sonda *Photovac 2020ppbPRO*

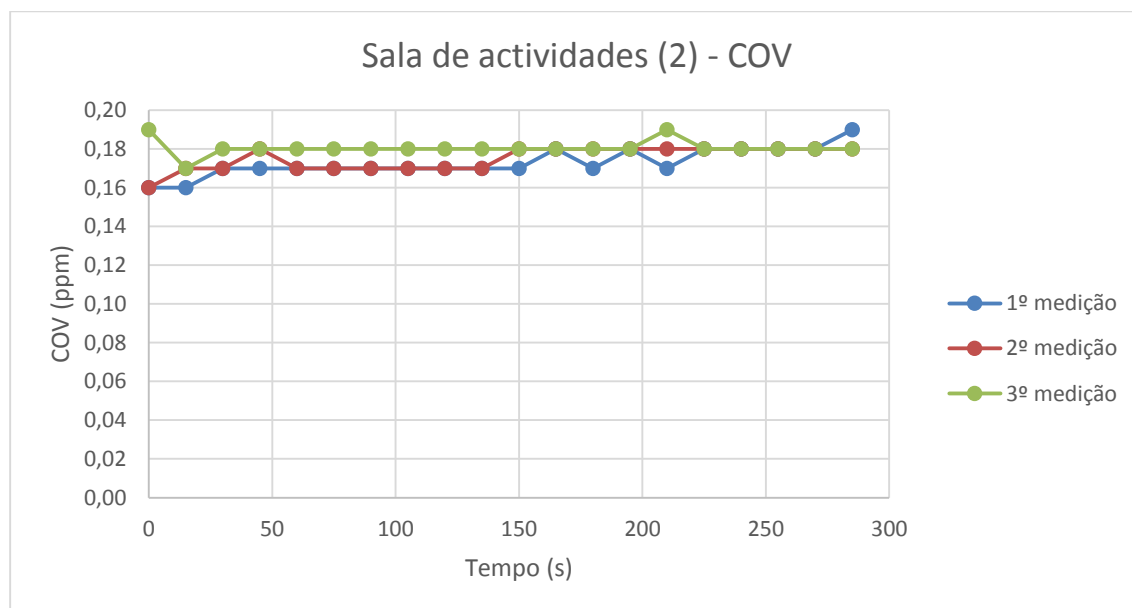


Gráfico 4-48 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de actividades do Infantário 2 com a sonda *Photovac 2020ppbPRO*

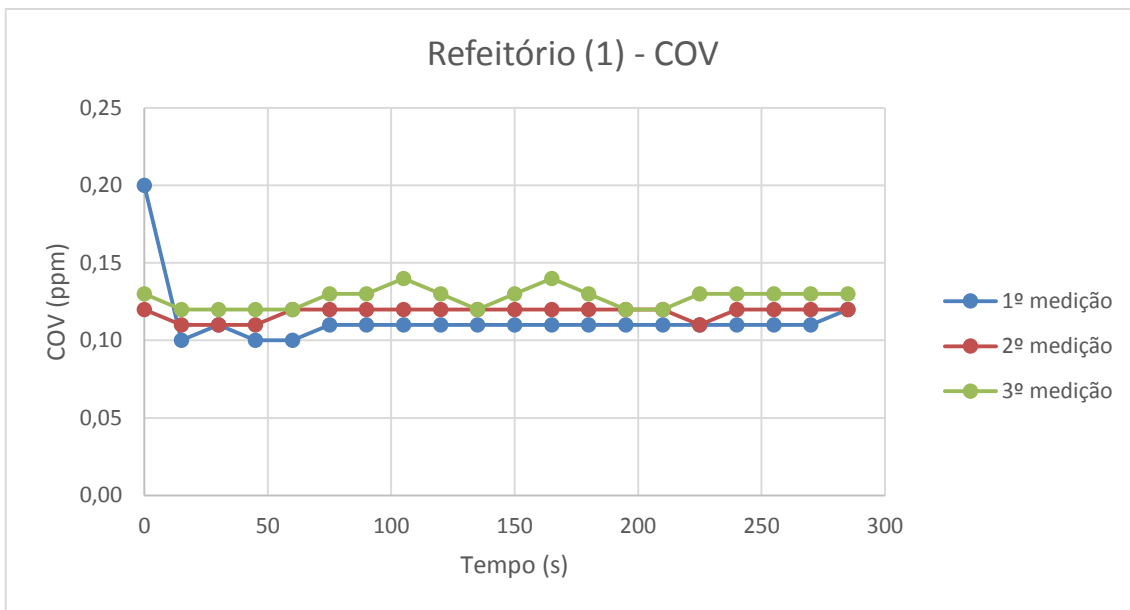


Gráfico 4-49 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO

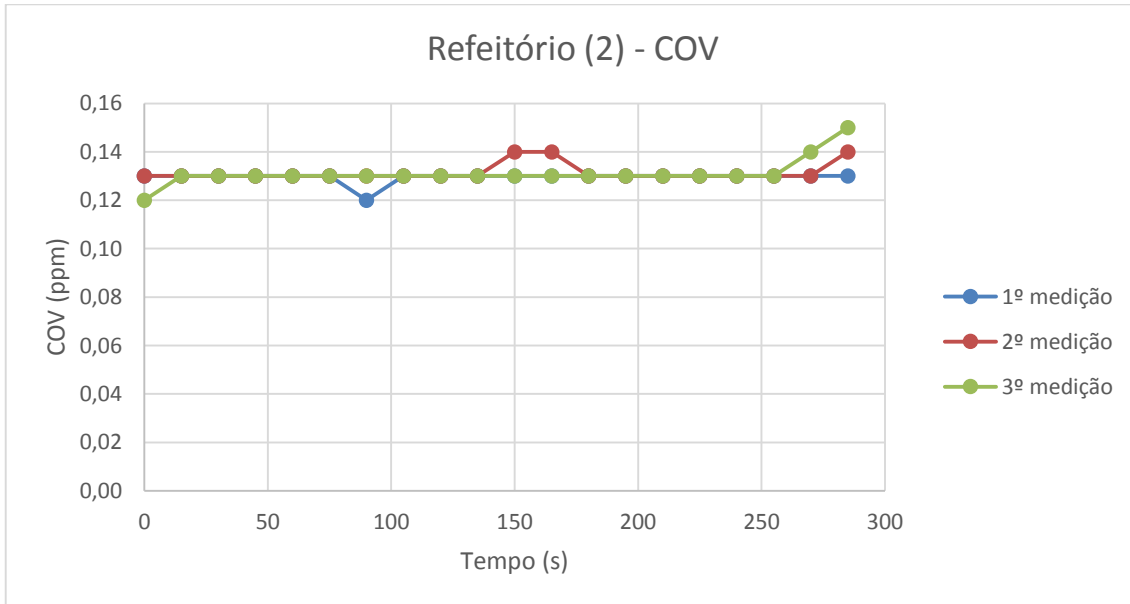


Gráfico 4-50 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO

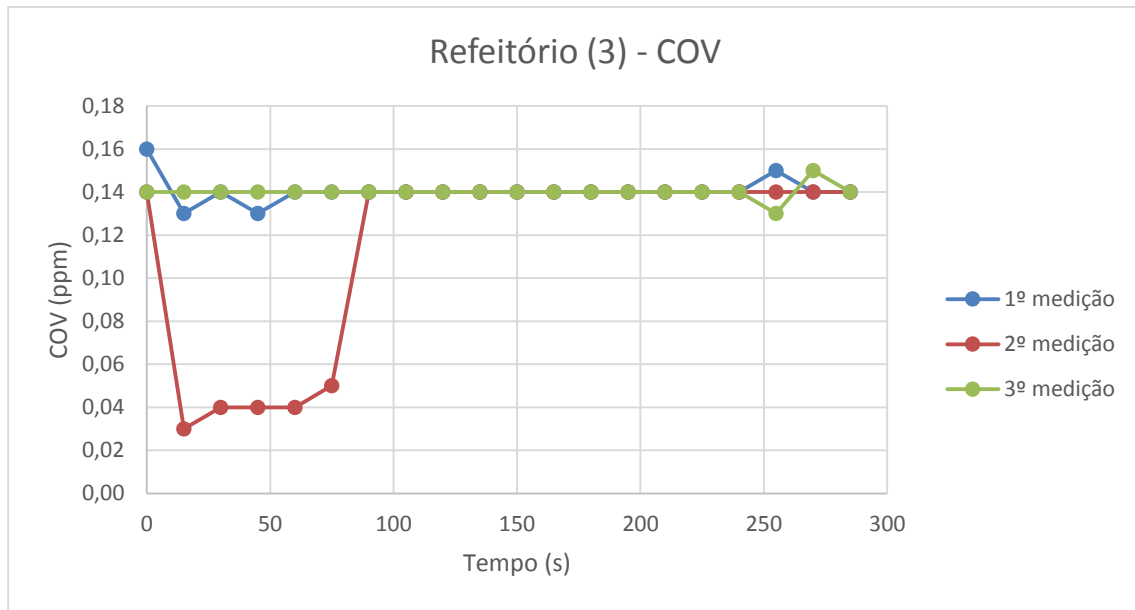


Gráfico 4-51 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO

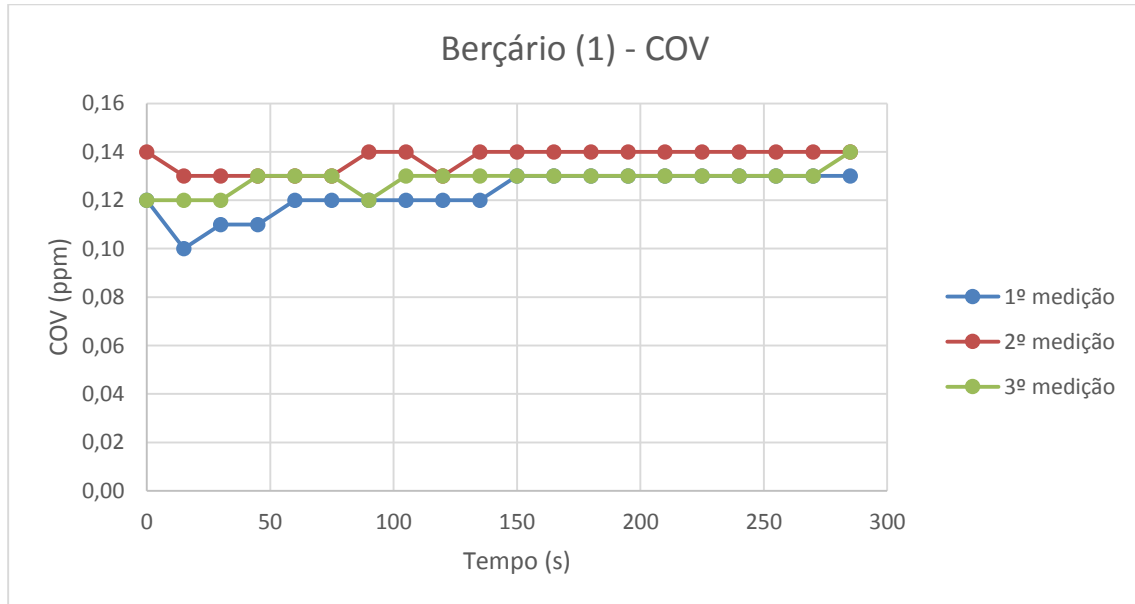


Gráfico 4-52 - Medições de COV's no Berçário do Infantário 2 com a sonda Photovac 2020ppbPRO

Nos gráficos 4.53 a 4.58 apresentam-se as medições de COV's obtidas com a sonda *VelociCalc* 9565 para o infantário 2.

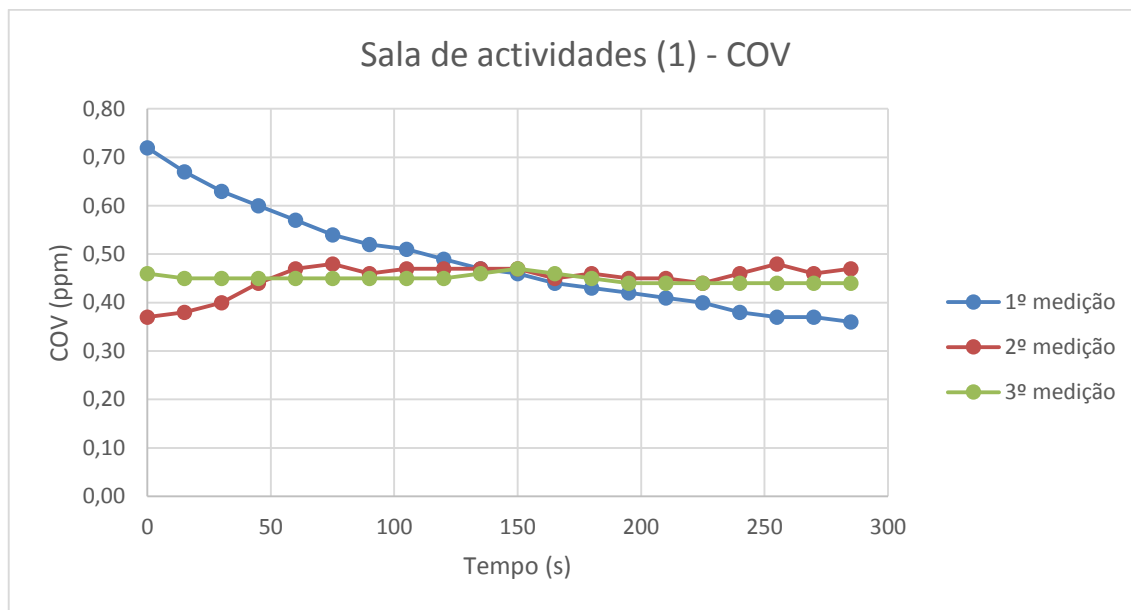


Gráfico 4-53 - Medições de COV's no ponto 1 da Sala de actividades do Infantário 2 com a sonda *VelociCalc* 9565

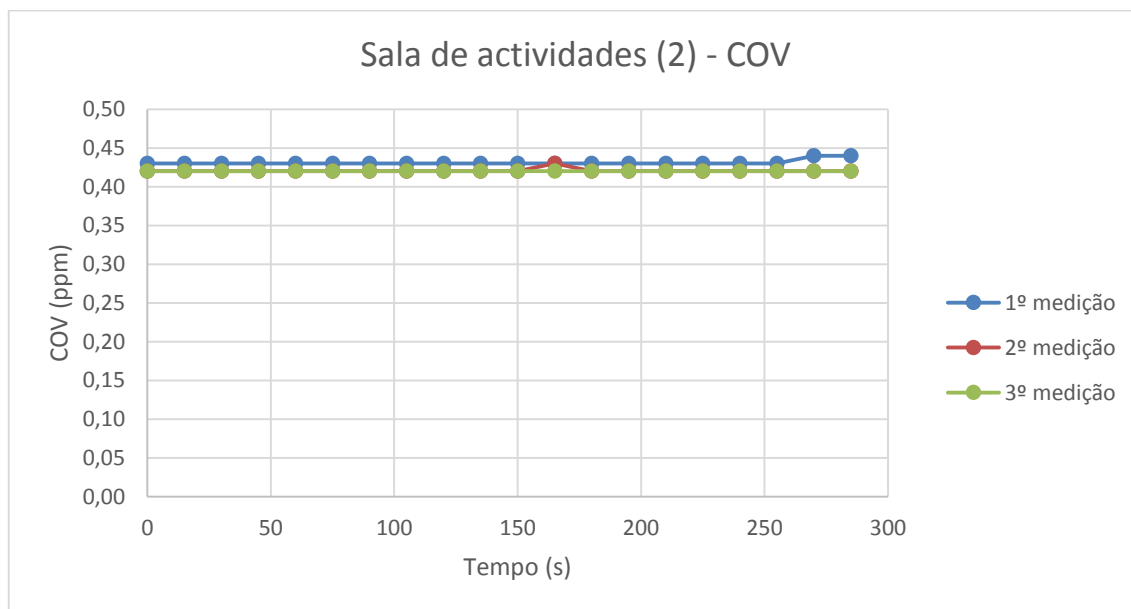


Gráfico 4-54 - Medições de COV's no ponto 2 da Sala de actividades do Infantário 2 com a sonda *VelociCalc* 9565

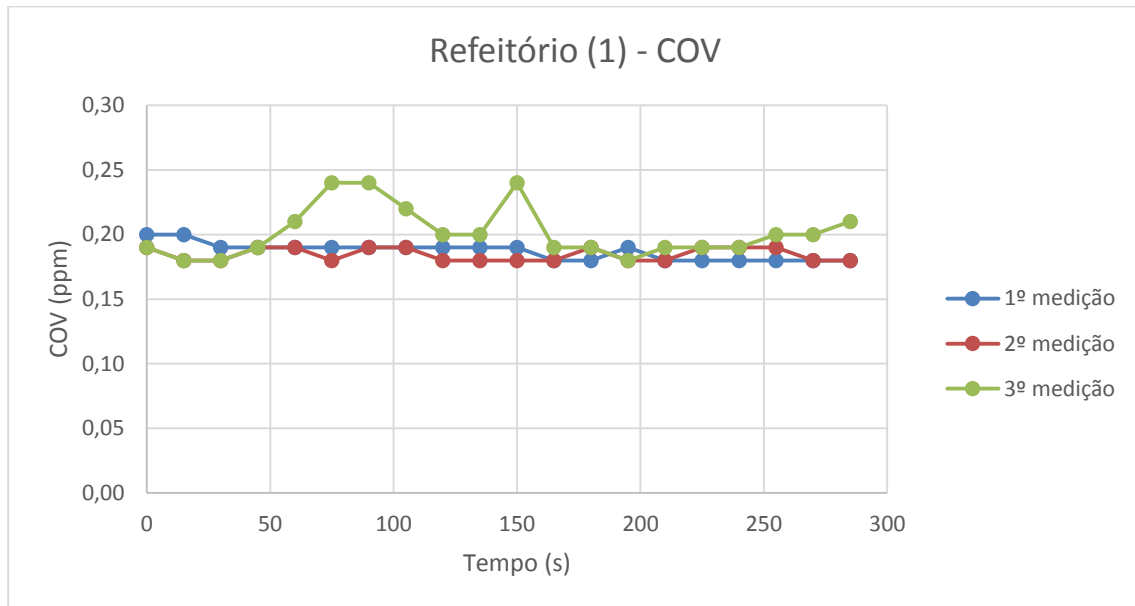


Gráfico 4-55 - Medições de COV's no ponto 1 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

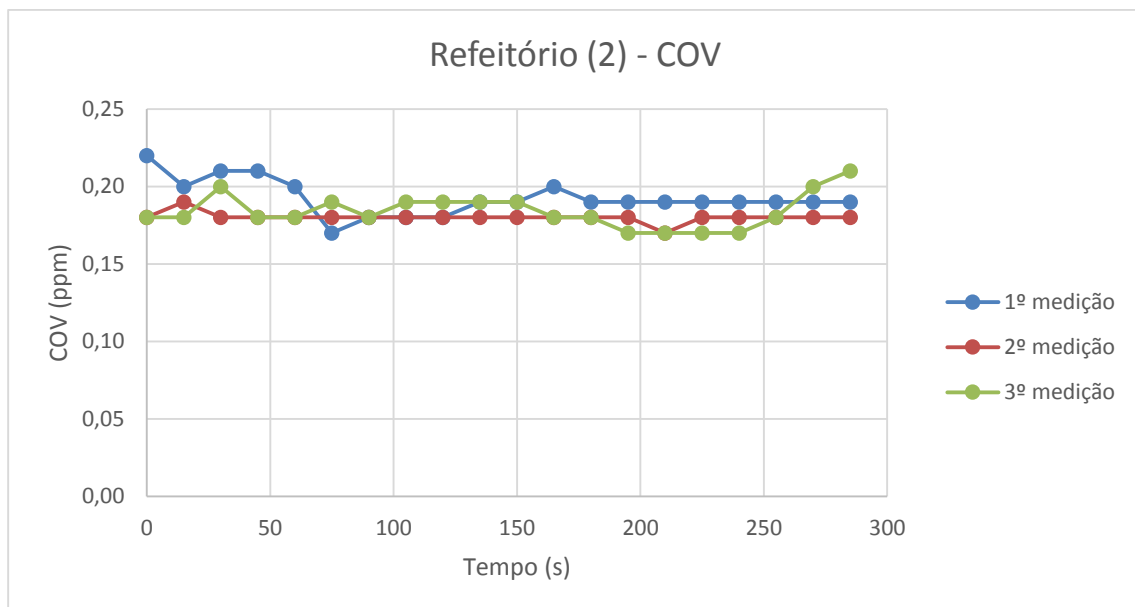


Gráfico 4-56 - Medições de COV's no ponto 2 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociClac 9565

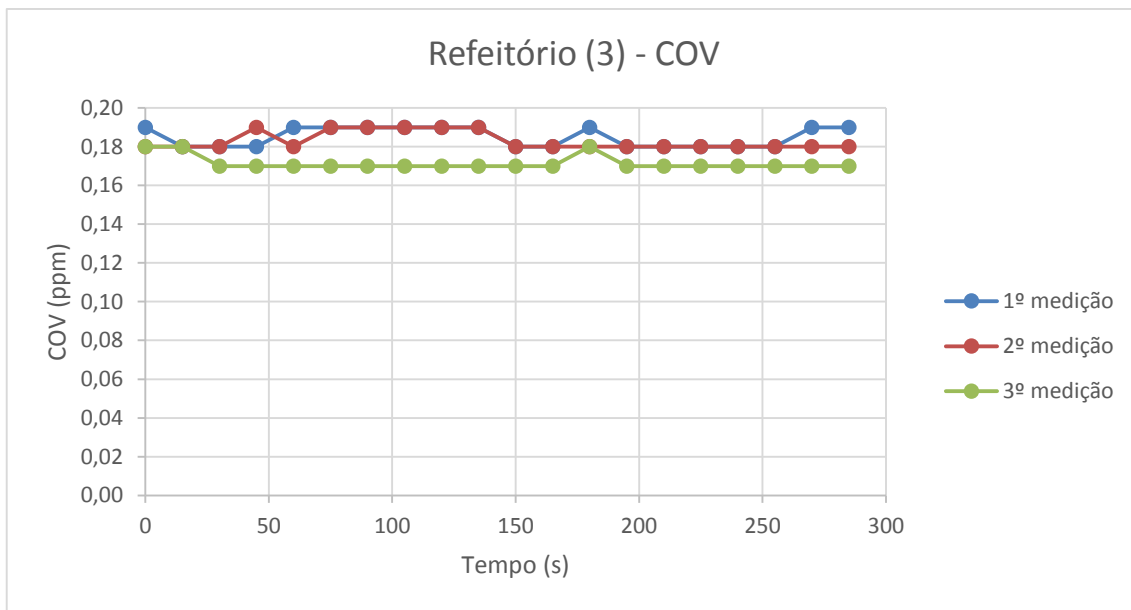


Gráfico 4-57 - Medições de COV's no ponto 3 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

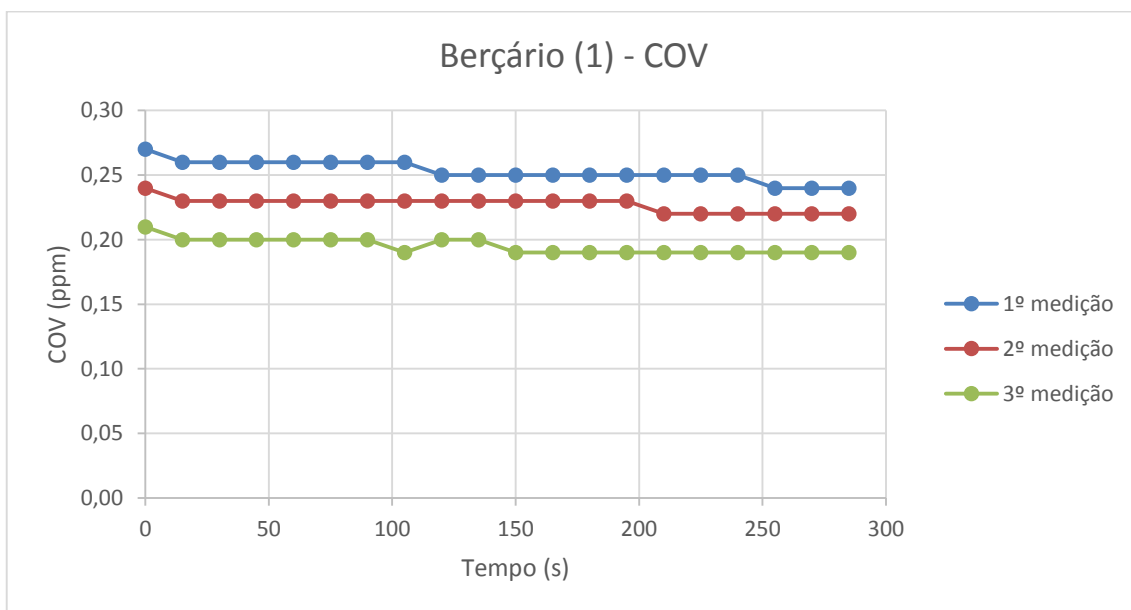


Gráfico 4-58 - Medições de COV's no Berçário do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

Como se pode verificar pelos gráficos anteriormente apresentados (gráficos 4.47 a 4.58), os valores medidos encontram-se abaixo do valor máximo admissível de 0,60 ppm, visto que variam entre 0,10 e 0,50 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro não representa um risco para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 0,11 a 0,19 ppm para a sonda *Photovac* e 0,35 a 0,50 ppm para a sonda *VelociCalc*, não representam um valor perigoso para a saúde dos ocupantes. A sonda *VelociCalc* registou na 1ª medição do ponto 1 valores muito altos mas que foram decrescendo com o passar do tempo, não se voltando a repetir durante as seguintes medições, esta medição foi então ignorada, considerada como a adaptação da sonda à envolvente.
- No refeitório entre 0,10 a 0,15 ppm para a sonda *Photovac* e 0,16 a 0,25 ppm para a sonda *VelociCalc*, respeitam o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes. Foram ignorados valores pontuais na sonda *Photovac* de 0,20 ppm. Esta mesma sonda registou valores muito baixos durante algum tempo na 2ª medição do ponto 3, isto deveu-se à bateria fraca da máquina nesta medição.
- No berçário entre 0,10 a 0,14 ppm para a sonda *Photovac* e 0,20 a 0,26 ppm para a sonda *VelociCalc*, não representam risco de perigo para a saúde.

As duas sondas registaram medições diferentes, sendo que a sonda *VelociCalc* apresentou valores sempre maiores que a *Photovac*. Isto pode dever-se a uma má calibração de uma das sondas. Apesar deste erro nenhum dos valores é significativo para a saúde dos ocupantes.

Considerando que os valores nunca ultrapassaram o limite imposto e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Ocupação humana no decorrer das medições;
- Utilização de equipamentos eletrónicos (televisão no refeitório ligada);
- Compartimentação do espaço (comunicações com zonas comuns mal vedadas);

Nos gráficos 4.59 a 4.64 apresentam-se as medições de CO₂ obtidas com a sonda *VelociCalc 9565* para o infantário 2.

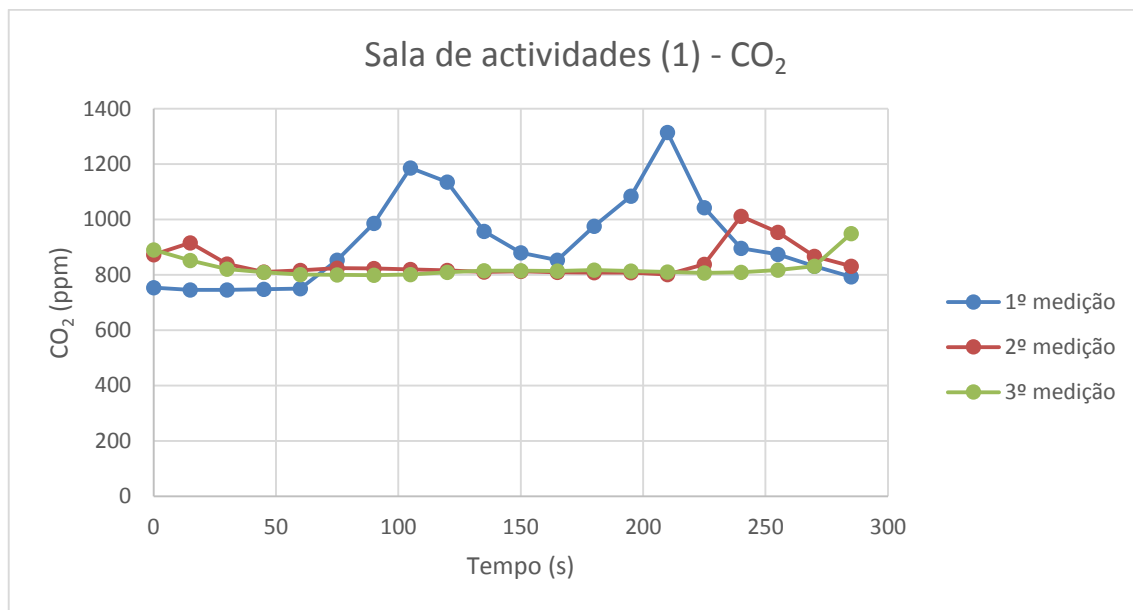


Gráfico 4-59 - Medições de CO₂ no ponto 1 da Sala de actividades do Infantário 2 com a sonda *VelociCalc 9565*

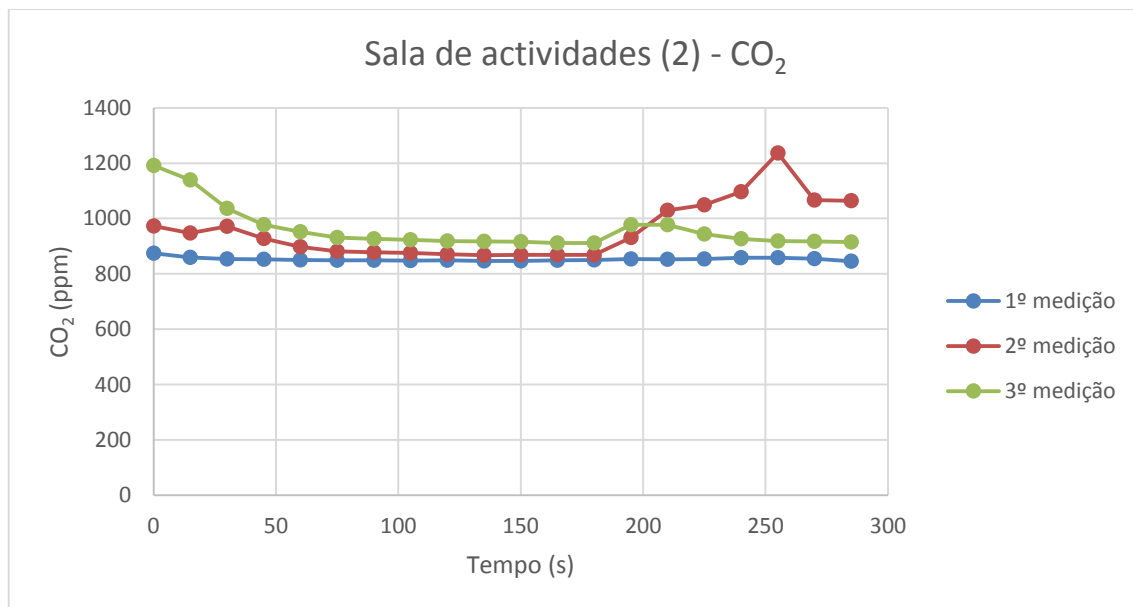


Gráfico 4-60 - Medições de CO₂ no ponto 2 da Sala de actividades do Infantário 2 com a sonda *VelociCalc 9565*

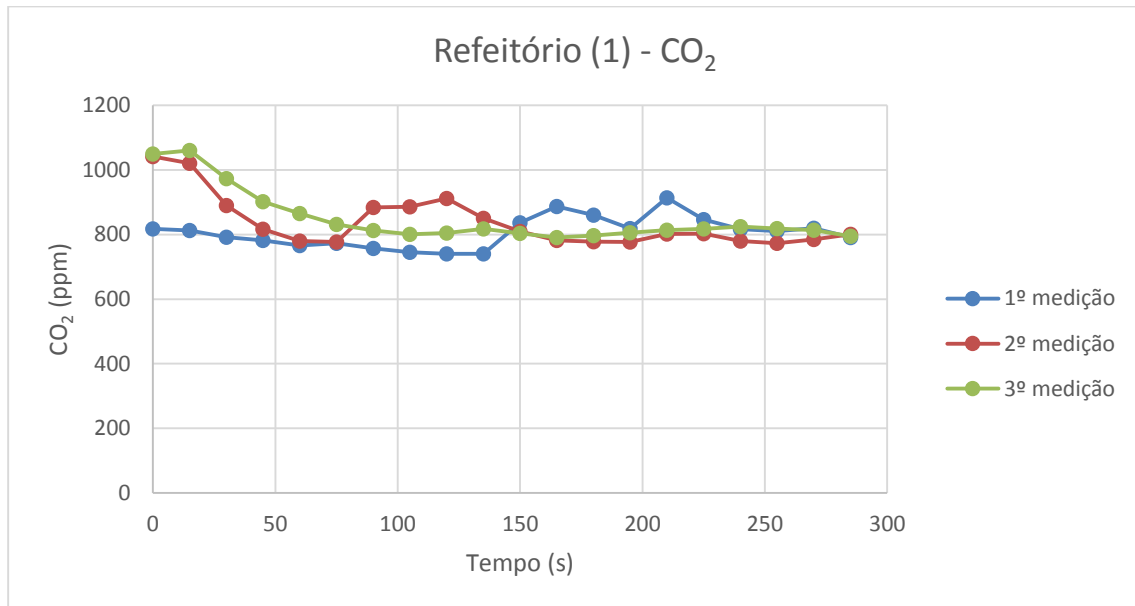


Gráfico 4-61 - Medições de CO₂ no ponto 1 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

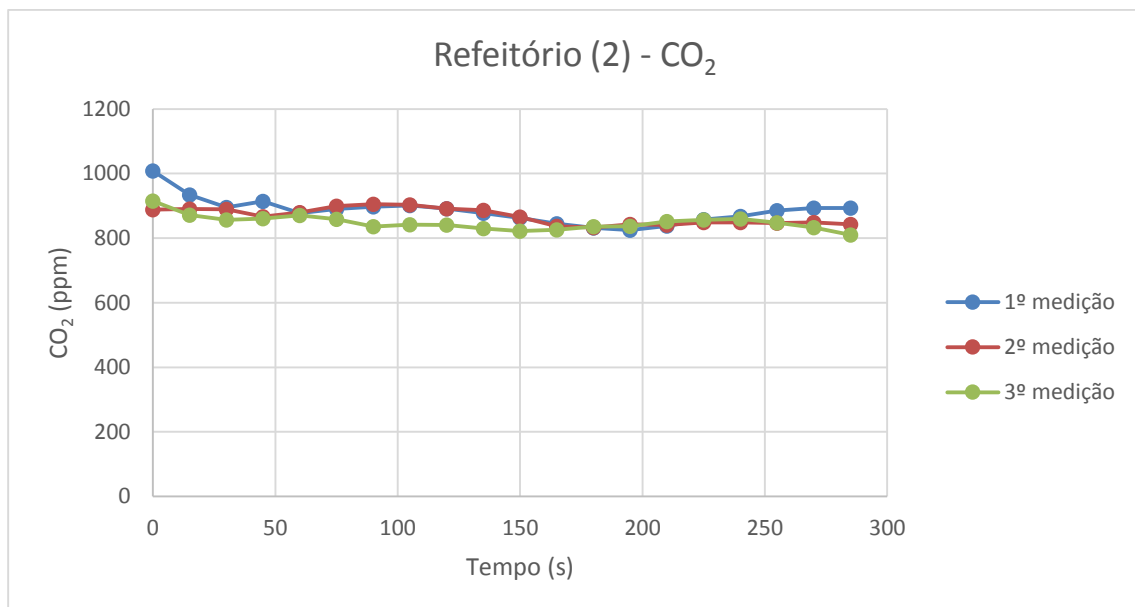


Gráfico 4-62 - Medições de CO₂ no ponto 2 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

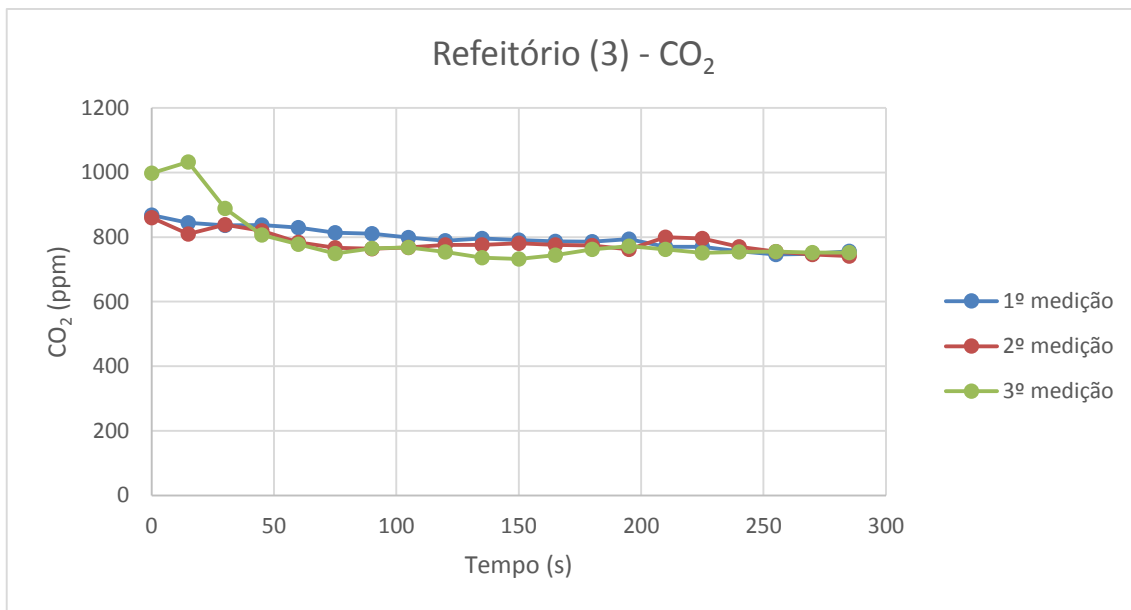


Gráfico 4-63 - Medições de CO₂ no ponto 3 do Refeitório do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

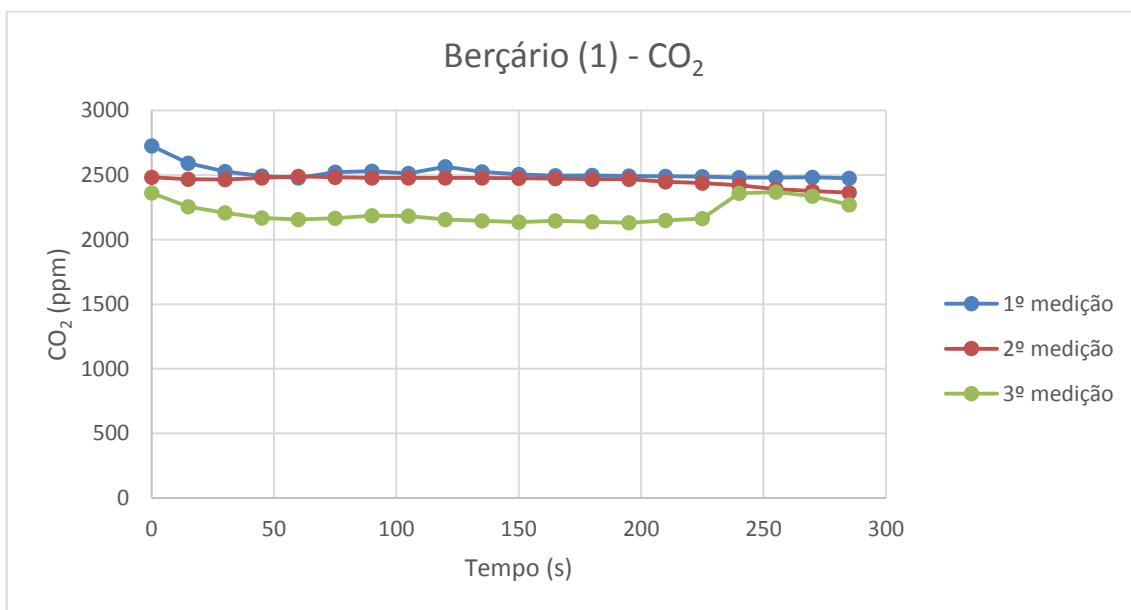


Gráfico 4-64 - Medições de CO₂ no Berçário do Infantário 2 com a sonda VelociCalc 9565

Como se pode verificar pelos gráficos anteriormente apresentados (gráficos 4.59 a 4.64), alguns dos valores medidos encontram-se acima do valor máximo admissível de 984 ppm, visto que variam entre 700 e 2600 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes, devendo corrigir-se a situação.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 800 a 1200 ppm, podem representar um valor perigoso para a saúde dos ocupantes. Na 1ª medição do ponto 1 existem leituras pontuais de 1400 ppm que foram ignoradas por essa razão. Este valor acima do limite pode ter origem na ocupação da sala no decorrer do ensaio.
- No refeitório entre 700 a 1100 ppm, não respeitam o limite máximo, contudo neste espaço não deve representar um risco para a saúde dos ocupantes. É um espaço de larga ocupação humana e contem vários equipamentos elétricos. Também existe ligação para a cozinha.
- No dormitório entre 2000 a 2600 ppm, representam um risco elevado para a saúde dos utentes, tendo em conta que os principais ocupantes têm idades inferiores a 3 anos. Este compartimento é muito pequeno e bastante aquecido por equipamentos elétricos. Também dispõe apenas de uma pequena janela, sendo impossível uma boa renovação do ar. Estes valores apresentam uma preocupação grande pelo facto de ser um compartimento onde os bebés estão grande parte do dia.

Considerando que os valores ultrapassaram o limite imposto e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Ocupação humana no decorrer das medições;
- Fraca renovação do ar interior;
- Utilização de equipamentos eletrónicos;

Formaldeído

Para analisar o componente químico formaldeído (HCOH) foi utilizada a sonda *Formaldemeter htV-M*.

Na tabela 4.10 apresentam-se os resultados das medições do formaldeído para o infantário 2.

Tabela 4-10 - Resultados das medições de concentrações de formaldeído no Infantário 2

Local	Nº ponto	Nº medição	Formaldeído (ppm)
Sala de atividades	Ponto 1	1ª medição	0,03
		2ª medição	0,05
		3ª medição	0,04
	Ponto 2	1ª medição	0,04
		2ª medição	0,05
		3ª medição	0,05
Refeitório	Ponto 1	1ª medição	0,02
		2ª medição	0,05
		3ª medição	0,03
	Ponto 2	1ª medição	0,03
		2ª medição	0,03
		3ª medição	0,03
	Ponto 3	1ª medição	0,04
		2ª medição	0,04
		3ª medição	0,03
Berçário	Ponto 1	1ª medição	0,08
		2ª medição	0,07
		3ª medição	0,08

Como se pode verificar pela tabela acima apresentada, tabela 4.10, os valores medidos encontram-se abaixo ou iguais ao valor máximo admissível de 0,08 ppm, visto que variam entre 0,02 e 0,08 ppm. Assim sendo, pode-se concluir que este parâmetro pode representar um risco para a saúde dos utentes.

Tendo em consideração os diversos aspetos que condicionam a libertação destes componentes, enumerados no ponto 1 do capítulo 3, e que os locais analisados possuem distintas utilizações, equipamentos, mobiliário e ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 0,03 a 0,05 ppm, não representam um valor perigoso para a saúde dos ocupantes.
- No refeitório entre 0,02 a 0,05 ppm, respeitam o limite máximo, não representando um risco para a saúde dos ocupantes.
- No berçário entre 0,07 a 0,08 ppm, valores iguais ao de referência, podem representar um risco para a saúde. Estes valores podem dever-se à má ventilação do local e ao fraco revestimento do pavimento (soalho de madeira) e das paredes (ripas de madeira).

Considerando que os valores apenas ultrapassaram o limite imposto no berçário e que a construção é idêntica para todo o edifício, pode-se afirmar que os fatores que influenciaram estas medições são os seguintes, por ordem decrescente:

- Ocupação humana no decorrer das medições;
- Fraca renovação do ar interior;
- Utilização de equipamentos eletrônicos;

Iluminação

Para analisar a quantidade de luz presente nos compartimentos foi usado o luxímetro *Testo 540*.

Na tabela 4.11 apresentam-se os resultados das medições de iluminação para o infantário 2.

Tabela 4-11 - Resultados das medições de luminosidade no Infantário 2

Local	Nº ponto	Nº medição	Luminosidade (lux)
Sala de atividades	Ponto 1	1ª medição	406
		2ª medição	413
		3ª medição	420
	Ponto 2	1ª medição	106
		2ª medição	106
		3ª medição	105
Refeitório	Ponto 1	1ª medição	72
		2ª medição	69
		3ª medição	70
	Ponto 2	1ª medição	68
		2ª medição	75
		3ª medição	75
	Ponto 3	1ª medição	78
		2ª medição	79
		3ª medição	82
Berçário	Ponto 1	1ª medição	18
		2ª medição	19
		3ª medição	18

Como se pode verificar pela tabela acima apresentada, tabela 4.11, os valores medidos são mais altos na sala de atividades que nos restantes compartimentos. Visto que os locais analisados possuem distintas utilizações, janelas, orientações, ocupações, conforme descrito no ponto 3 deste capítulo, verifica-se que os valores obtidos encontram-se dentro dos seguintes intervalos:

- Na sala de atividades entre 105 a 420 lux, isto deve-se à existência de duas paredes expostas ao exterior e este compartimento ter uma grande área de envidraçados. Nota-se uma diferença do ponto 1 para o ponto 2 porque, durante os ensaios, os envidraçados perto do 1º ponto encontravam-se sem abertos, permitindo a incidência de luz natural, pelo contrário, no 2º ponto encontravam-se fechados, reduzindo assim a incidência de luz na sala. Estes valores respeitam os mínimos sugeridos pelas RTES.
- No refeitório entre 68 a 82 lux, este compartimento apenas possui envidraçados na parede mais a Sul. Na altura do ensaio as proteções interiores encontravam-se fechadas. Estes valores não respeitam os mínimos sugeridos pelas RTES.
- No berçário entre 18 a 19 lux, existe apenas uma janela pequena neste compartimento, tendo em conta a sua utilização este valor é aceitável. Estes valores não respeitam os mínimos sugeridos pelas RTES.

Nenhum dos compartimentos continha iluminação artificial ligada, estes resultados foram obtidos apenas com luz natural.

Resumo

Como forma de conclusão, resumo e comparação da qualidade de todos os parâmetros medidos em cada compartimento, foi elaborado a seguinte tabela:

Tabela 4-12 - Classificação dos espaços conforme os resultados obtidos

Local	Infantário 1 (1947)			Infantário 2 (1988)			Lar de idosos (2002)		
	Sala de act.	Ref.	Dorm.	Sala de act.	Ref.	Berçário	Sala de conv.	Ref.	Quarto
Temperatura interior	D	B	D	C	B	C	A	A	A
Humidade relativa do ar	B	B	B	C	B	D	A	A	A
Compostos Orgânicos Voláteis	D	C	C	B	A	A	C	C	C
Dióxido de Carbono	C	B	B	B	B	D	B	A	A
Formaldeído	A	A	A	A	A	C	B	B	D*
Iluminação	A	A	B	A	C	D	A	A	A

Nota: Foi atribuída uma classificação decrescente por letras, em que A representa a melhor classificação e D a pior.

(*) Estes valores foram influenciados pela limpeza do pavimento prévia às medições.

Pelo quadro resumo observamos uma evolução nas construções ao longo do tempo, com algumas exceções. Observa-se uma melhoria na inércia térmica dos edifícios e através desse aspeto é possível um melhor controlo sobre a temperatura e humidade interior. Esta melhoria na construção em conjunto com melhores equipamentos e sistemas de climatização proporciona, cada vez mais, um melhor conforto térmico no interior dos edifícios. Esta evolução também pode trazer fatores negativos que devemos ter em atenção, com o uso excessivo destes equipamentos podemos libertar outras toxinas para o ambiente interior e assim prejudicar a saúde dos seus ocupantes.

Isto observa-se pelos níveis de compostos orgânicos voláteis registados no lar de idosos, sendo que este parâmetro não teve grande evolução e é sempre detetável. Como são abrangidos vários compostos nesta categoria, as suas origens também podem ser diversas. Nos infantários podem dever-se à qualidade dos revestimentos no pavimento e nas paredes, enquanto no lar de idosos podem ter origem nos equipamentos eletrónicos ou sistema de climatização.

5 | Conclusões

*“ A teoria sempre acaba, mais cedo ou mais tarde, assassinada pela experiência. ”
Albert Einstein*

5 | Conclusões

5.1 Considerações Finais

5.2 Sugestão para trabalhos futuros

5.1 Considerações Finais

Entender as necessidades do ser humano como núcleo da sociedade relacionado com os lugares onde vive, e criar para ele espaços de máxima qualidade ambiental e conforto, é possivelmente um dos desafios mais ambiciosos da Engenharia. Desde o processo de desenho de engenharia, construção e manutenção/ocupação exige um alto nível de compromisso por parte do engenheiro, já que se trata de averiguar dentro dos espaços ocupados as exigências necessárias para que a saúde dos seus habitantes seja maximizada.

Após a conclusão do trabalho, é possível concluir que conseguimos atingir os objetivos propostos inicialmente. Pela análise dos gráficos apresentados no capítulo 4, avaliámos as consequências na saúde dos habitantes dos espaços em estudo, das condições e das situações de deficiência do ambiente interior destes edifícios de habitação, através do conhecimento das condições de eficiência energética e da qualidade do ar interior dos edifícios, das principais deficiências dos elementos construtivos, dos ensaios e métodos de avaliação e monitorização da qualidade do ambiente interior dos edifícios, dos impactos dos edifícios e dos seus elementos na saúde dos ocupantes. Valorizar todos estes aspetos e contextualizá-los dentro das particularidades de cada edifício é uma das situações mais interessantes com que um engenheiro se depara.

É nesta perspetiva de habitação, saúde, conforto ambiental e sustentabilidade que se pretende apresentar uma nova preocupação e exigência na forma de construir e equipar os espaços habitacionais.

Uma habitação é um espaço no qual o ser humano vive e serve para proporcionar abrigo contra diversos fatores. Qualquer edifício de habitação é construído a pensar essencialmente no seu ocupante, o homem. Quando este se encontra na primeira (criança) e última (idoso) fases de vida, torna-se mais vulnerável e assim mais exigente nas condições do edifício que ocupa/vive. Existe uma diversidade de fatores que afetam o bem-estar dos ocupantes, dos quais podemos referir o aquecimento, a ventilação e ar condicionado, as atividades dos seus ocupantes e o uso de equipamento existente/necessário, em atividades como cozinhar, limpar, animação, etc.. Todos estes fatores provocam diversos efeitos na saúde dos ocupantes, tais como: problemas no sistema respiratório, sistema cardiovascular e sistema nervoso, entre outros, que a generalidade dos utilizadores desconhece. Os problemas de saúde podem ser justificados pelas condições da habitação onde vivem ou pela forma como vivem.

A qualidade do ambiente interior de um edifício, preocupação ainda pouco sentida na população em geral, é um tema bastante complexo, importante e de estudo para a saúde das pessoas. A qualidade do ar depende, como já referido, dos materiais de construção, equipamentos de tratamento e renovação do ar, patologias dos ocupantes do edifício e densidade da população habitada. Os materiais de construção afetam todo o tipo de edifícios,

desde os edifícios de habitação, de escritório e de escolas, creches e jardins-de-infância, lares de idosos e hospitais e para que haja uma boa qualidade do ar no interior dos edifícios, é sempre desejável que o ar que circule seja fresco e agradável e não tenha nenhum tipo de impacto negativo na saúde dos ocupantes.

A ventilação é fundamental para controlar a qualidade do ar interior. Por sua vez, o conforto térmico também é um parâmetro importante, o qual depende da temperatura e da humidade relativa do ar, da velocidade do ar, da assimetria da temperatura radiante, da temperatura do pavimento e da diferença de temperaturas do ar.

O tema da habitação saudável e a qualidade do ambiente interior é uma preocupação que o Homem vem tendo ao longo da História, manifestando, nos últimos tempos, uma maior exigência, pelo uso de diversos materiais compósitos na construção civil e equipamentos de conforto com tecnologia mais evoluída. Estes temas têm sido analisados um pouco por toda a parte do Mundo e o nosso país, Portugal, não tem sido exceção e têm vindo a ser referidos por alguns autores, através de dissertações e publicações. A regulamentação existente em Portugal sobre o tema é significativa, apresentando valores de controlo limites bem “apertados”, com a intenção de maximizar a qualidade e prolongamento do tempo de vida do ser humano. Existem alguns regulamentos, normas, portarias e decretos-lei que incluem algumas indicações no que se refere à ventilação dos espaços interiores dos edifícios. Também é sentida cultura e preocupação crescente com a saúde nos espaços que o ser humano ocupa durante grande tempo do seu dia (casa, trabalho).

Pelas conclusões do capítulo 4, verifica-se que em alguns casos existem valores em desconformidade. Sendo o mais preocupante o berçário no infantário 2.

Em consequência da análise dos valores registados, apresentam-se algumas sugestões para uma melhor utilização diária dos espaços.

- Melhorar a renovação de ar nos compartimentos;
- Melhorar a vedação dos espaços contra infiltrações pelo exterior;
- Limpar frequentemente os compartimentos de pó e partículas acumuladas;
- Manter temperaturas e humidade dentro dos valores de conforto;
- Escolher lâmpadas adequadas aos usos;
- Limpeza com produtos não poluentes.

Verificamos também, e já foi referido, que a densidade dos ocupantes no espaço interior tem influência na saúde dos mesmos, obrigando a um maior equipamento de tratamento e renovação de ar, aumento de patologias no mesmo espaço (exemplo o lar de idosos) e necessidades energéticas mais elevadas para garantir a qualidade do ar e conforto térmico regulamentares.

Pela análise dos valores monitorizados nos diferentes edifícios, caso de estudo desta dissertação, verificamos que os resultados dependem do tipo de aquecimento, ventilação, ocupação, construção e idade do edifício. Os três edifícios em estudo são de épocas diferentes com tipos de construção, sistemas de aquecimento e tratamento de ar, também bastante diferentes. Nos dois edifícios dos Infantários, existem somente sistemas de aquecimento com radiadores a água sem qualquer sistema de arrefecimento e renovação de ar, diferindo entre eles o sistema de construção. Estes edifícios apresentam uma diferença de idades superior a 50 anos, enquanto o edifício do Infantário I da Santa Casa da Misericórdia da Covilhã, datado de 1947, estrutura em alvenaria de pedra exterior, pavimento térreo, com intervenções sucessivas na reparação da cobertura e diferentes usos ao longo do tempo, o edifício onde se encontra o Infantário II da Santa Casa da Misericórdia da Covilhã, datado de 1988, apresenta estrutura reticulada de betão armado de pilares e vigas, paredes exteriores duplas em tijolo com caixa-de-ar, sistema aquecimento com convetores normais, e projetado e utilizado para o presente uso. O edifício do Lar de Idosos da Santa Casa da Misericórdia da Covilhã, edifício mais recente, datado de 2002, estrutura reticulada de betão armado, lajes maciças, paredes duplas com caixa-de-ar, sistemas térmicos solares de aquecimento de águas quentes, tratamento de ar interior (quente e frio) nas zonas comuns e aquecimento com radiadores a água nas zonas privadas e projetado de acordo com a regulamentação térmica (RCCTE 40/90) e utilizado para o presente uso.

Conclui-se, pelo quadro final do capítulo 4, que existe um melhor conforto térmico com a evolução da construção e legislação. Também é observado um problema nos níveis de compostos orgânicos voláteis e formaldeído que são um pouco ignorados como parâmetros prejudiciais para a saúde do ser humano no ambiente interior dos edifícios. Estes têm várias origens, como foi visto no capítulo 3, e deviam ser mais estudados e controlados numa fase final, não de projeto ou construção mas de utilização e exploração dos espaços.

5.2 Sugestão para trabalhos futuros

Pretende-se que o presente trabalho seja uma mais-valia para o desenvolvimento deste tema, da qualidade do ar no interior dos edifícios, conforto térmico e saúde dos seus ocupantes, proporcionando conclusões concretas e orientadoras dos casos de estudo e sugestões para trabalhos futuros.

Este estudo ficou, até certo ponto, limitado aos casos de estudo apresentados de três edifícios (dois infantários e um Lar de Idosos) que se resumiram e analisaram, mas poderá crescer ao monitorizar mais edifícios de diferentes idades e formas construtivas. Concluindo, pelos valores apresentados, e comprovando que a melhoria da qualidade do ar no interior dos edifícios é possível e rentável na melhoria da saúde dos seus habitantes. Não se pretendeu fazer uma antologia crítica, mas uma escolha analítica de dados que podem ser importantes no seu conjunto, e num determinado contexto.

No capítulo 4, demonstrámos, com a análise dos valores obtidos em campo, que os edifícios com equipamento de tratamento de ar, construção mais cuidada e recente, apresentam maior conforto térmico e valores de qualidade do ar mais adequados às funções que desempenham. Como foi o caso do lar de idosos.

Sugerem-se como exemplos de trabalhos futuros:

- Alargar o período de medição ao longo do ano, comparando os valores obtidos nas quatro estações do ano (Verão, Inverno, Outono e Primavera);
- Efetuar um manual ou guia de utilização para contribuição do desenvolvimento deste tema com linhas de ação;
- Implementar uma campanha de maior divulgação do tema;
- Desenvolver estudos experimentais, com recurso a diversos métodos, que permitam fazer um levantamento mais alargado das condições dos edifícios de habitação portugueses e a sua influência no estado de saúde dos seus ocupantes;
- Alargar o estudo a outras zonas residenciais do país, com condições climatéricas diferentes;
- Estudar a prevalência de determinadas doenças e a sua relação com as condições da habitação;
- Monitorizar a forma como os residentes utilizam a sua habitação e como contribuem para a degradação do ambiente interior;
- Promover uma investigação conjunta sobre o tema, de profissionais de engenharia civil e medicina;
- Participar em projetos que descrevam alguns métodos e boas práticas para manter um espaço de habitação saudável;

- Estudar e comparar espaços com características semelhantes;
- Estudar e relacionar resultados com diferentes características construtivas, tendo em especial atenção ao equipamento de engenharia utilizado no tratamento do ar e conforto térmico;
- Estudar e comparar edifícios com diferentes idades de construção, tomar como exemplo edifícios construídos para o tratamento de doenças (ex.: Sanatório dos Ferroviários na Serra da Estrela) e novos hospitais com tecnologia moderna na construção e equipamento de tratamento de ar e conforto térmico;
- Estudar e comparar edifícios públicos e privados com o uso de creches e jardins-de-infância (infantários).

Esta investigação comprova a importância do tema da qualidade do ar interior dos edifícios, conforto térmico e saúde dos seus ocupantes, e constitui um estudo necessário para a prática e conhecimento pessoal mais profundo sobre o mesmo, permite-nos partilhar experiências pessoais, bem como contribuir para uma linha de investigação e ação para o futuro tanto para engenheiros como para os responsáveis da saúde pública.

“ Deseja-se aprofundar todos os pontos que foram negligenciados, perseguir ideias que nos vieram ao espírito mas que tivemos de suprimir, ler outros livros, escrever ensaios. E isto é sinal de que a tese nos activou o metabolismo intelectual, que foi uma experiência positiva. É ainda sinal de que são agora vítimas de uma coacção para investigar, um pouco como Chaplin, dos ‘Tempos Modernos’, que continuava apertar parafusos mesmo depois do trabalho: e terão de fazer um esforço para parar. ” Umberto Eco

Bibliografia

- [3] J. Nogueira, “Habitação ao longo dos tempos,” [Online]. Available: <http://www.novas.blogspot.pt/2008/04/habitaoao-longo-dos-tempos.html>.
- [4] B. A. Coelho e R. A. Cabrita, *Habitação evolutiva e adaptável*.
- [5] A. M. R. Cabrita, *O Homem e a Casa - Definição Individual e Social da Qualidade da Habitação*, Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1995.
- [6] J. P. Machado, “Grande Dicionário da Língua Portuguesa, Volume V,” Lisboa, Círculo de Leitores, 1991, p. 542.
- [7] A. M. R. Cabrita, “Modelos e Exigências para a sociedade da informação e da ecologia,” em *Tipos Emergentes de Habitação - Habitação para o Futuro*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Fundação para a Ciência e Tecnologia, 2006, p. 26.
- [10] Direção Geral da Saúde, *Planos Locais de Ação em Habitação e Saúde, Manual para projetos*.
- [14] P. Howden-Chapman, *Housing Standards: a glossary of housing and health*.
- [15] [Online]. Available: http://pt.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Engels.
- [16] C. L. i. Badia, *Bioconstrucció i Rehabilitació: Paràmetres de Diagnosi*.
- [19] *Decreto-Lei 38 382 de 7 de Agosto de 1951, Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)*, 1951.
- [20] *Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*, 1990.
- [21] *Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril, Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)*, 2006.
- [22] *Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril, Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*, 2006.
- [23] *Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*, 2006.
- [24] *Portaria 461/2007 de 5 de Junho*, 2007.
- [25] *Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto, Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS)*, 2013.
- [26] A. Rui Fragoso, *O novo enquadramento legal do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)*, Miraflares: ADENE, 16 de Dezembro de 2013.
- [27] *Real Decreto 314/2006 de 17 de Março, Código Técnico de la Edificación (CTE)*, 2006.

- [28] M. Pinto, V. P. de Freitas e J. Viegas, “Qualidade do Ambiente Interior em Edifícios de Habitação,” *Eficiência Energética nos Edifícios*, nº 38, Setembro 2007.
- [29] Projeto QUAMIS, *Qualidade do Ambiente Interior em Salas de Aula*, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, 2013.
- [30] World Health Organization, *Air Quality Guidelines for Europe*, 2nd edition ed., vol. 91, F. Theakston, Ed., Copenhagen: WHO Regional Publications, European Series, 2000.
- [31] Comissão de Coordenação da Região do Norte e Universidade do Porto, “Fundação Gomes Teixeira, Projecto Redene. Rede de Edifícios Energeticamente Eficientes. Conceitos e Orientações,” 2000.
- [32] A. Pinto, Ventilação REH, Dezembro de 2013.
- [33] *Nota Técnica NT-SCE-02*, 2013.
- [34] J. Viegas, “Contribuição da Ventilação para a Qualidade do Ambiente Interior em Edifícios,” Lisboa, 2000.
- [35] A. Martins, LQAI - IDMEC, Qualidade do Ar Interior, Auditorias Ambientais, Parâmetros Físicos e Químicos, Exponor: Ambinergia, 4 de Junho de 2009.
- [36] *ASHRAE Standard 62-1989, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.
- [37] European Collaborative Action, “Indoor Air Quality & It's Impact on Man, Report nº 19”. *Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations*.
- [38] B. Seifert, *Regulating Indoor Air, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, Toronto, Canada, 1990.
- [39] P. C. P. d. Silva, Análise do Comportamento Térmico de Construções não Convencionais através de Simulação em VisualDOE, Universidade do Minho: Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia Civil, Janeiro de 2006.
- [40] *ASHRAE Standard 55-2010 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.
- [42] Office of the Deputy Prime Minister: London, *Housing Health and Safety Rating System - Operating Guidance*, London, February - 2006.
- [43] Instituto da Segurança Social, *Recomendações Técnicas para Equipamentos Sociais*.
- [44] M. Pinto, V. P. de Freitas e J. Viegas, “Qualidade do Ambiente Interior em Edifícios de Habitação,” *Eficiência Energética nos Edifícios*, nº 38, Setembro 2007.
- [45] U. Eco, *Como se faz uma tese em ciências humanas*, Lisboa: Editorial Presença, 1998.

Internet

- [1] <http://2.bp.blogspot.com/-S7O6gp6KAK4/TbOs6rQz3UI/AAAAAAAAAhY/jnqyatWN66M/s1600/Interior+da+Catedral+de+Pereira+do+Arquiteto+Sim%25C3%25B3n+Velez+-+Col%25C3%25B4mbia.jpg>.
- [2] http://www.ferragens3f.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/02/Criatividade_01.jpg.
- [8] http://c5.quickcachr.fotos.sapo.pt/i/Ba9155714/15953850_ZKb8K.jpeg.
- [9] <http://www.lavras.mg.gov.br/wp-content/uploads/2014/05/site71.jpg>.
- [11] http://www.engenhariae.com.br/wp-content/uploads/2013/04/48134_480554525350456_1490341035_n-2.jpg.
- [12] http://revistame.files.wordpress.com/2009/12/bp_inone.png.
- [13] http://c.imguol.com/casaeimoveis/2011/03/10/casa-com-paineis-solares-instalados-no-telhados-e-geradores-de-energia-eolica-1299805980741_560x400.jpg.
- [15] http://pt.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Engels.
- [17] <http://4.bp.blogspot.com/-zFQnCstizeM/T6t4oDI6JI/AAAAAAAM6E/QC8mhdIGt78/s1600/Gubbio+10.JPG>.
- [18] <http://vejario.abril.com.br/imagem/2013/03-04/telhado-verde-1.jpg>.
- [41] www.cliquearquitetura.com.br/portal/dicas/view/conforto-visual-iluminacao/35.

