



**FMUC** FACULDADE DE MEDICINA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# **CONDIÇÕES AMBIENTAIS NOS LABORATÓRIOS DE AULAS**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

**DENTÁRIA**

**ALUNA: ANA SOFIA ROQUE CARDOSO**

**ORIENTADOR: PROF. DOUTOR SILVÉRIO CABRITA**

**CO-ORIENTADOR: MESTRE ENG. RICARDO CABEÇAS**

**Coimbra, Julho de 2015**



*”Não existem sonhos impossíveis para aqueles que realmente acreditam que o poder realizador reside no interior de cada ser humano, sempre que alguém descobre esse poder algo antes considerado impossível se torna realidade”*

Albert Einstein

*”Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado”*

Roberto Shinyashik

# Índice

<b>List of figures</b>	<b>iii</b>
<b>List of tables</b>	<b>iv</b>
<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
<b>Materiais e Métodos</b>	<b>11</b>
<b>Resultados</b>	<b>14</b>
<b>Discussão</b>	<b>22</b>
<b>Conclusões</b>	<b>25</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>26</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>27</b>

## Lista de Figuras

1	Sensor SHT75 . . . . .	12
2	Placa Arduino . . . . .	13
3	Temperatura máxima, média e mínima: 3a) exterior, 3b) interior . . . .	20
4	Humidade máxima, média e mínima: 4a) exterior, 4b) interior . . . . .	21

## Lista de Tabelas

I	Temperatura interior . . . . .	19
II	Temperatura exterior . . . . .	19
III	Humidade exterior . . . . .	19
IV	Humidade interior . . . . .	19
V	default . . . . .	20
VI	default . . . . .	20

## Resumo

O ser humano é um ser homeotérmico tendo a capacidade de manter a temperatura corporal, dentro de um certo intervalo pré-determinado, mesmo que ocorram variações térmicas no meio ambiente. A temperatura e humidade são propriedades básicas e essenciais de qualquer sistema físico, incluindo sistemas vivos. Mesmo variações modestas na temperatura e humidade podem ter efeitos profundos nos organismos uma vez que há alterações do metabolismo com diferentes variações de temperatura e humidade. A qualidade do ar nos consultórios tem parâmetros de temperatura e humidade que devem estar regulados a fim de não prejudicar gravemente a saúde, sendo que os valores deveriam manter-se entre 21°C-26°C e 55%-65%, respetivamente. Utilizou-se um dispositivo para detetar e registar a temperatura e humidade, durante um período de tempo significativo, e registaram-se os valores durante o dia-a-dia com vista a monitorizar a temperatura e humidade do ar existente na clínica. Estes registos apresentaram resultados de temperatura e humidade no interior da clínica fora dos padrões ideais sendo que em 15 dias de medições, houve 7 dias que não se registaram resultados no intervalo de temperatura e humidade aconselháveis. A temperatura em 5 dias foi superior a 26°C e a humidade em 7 dias foi inferior a 55%, exceto 1 dia que foi superior a 65%. As oscilações de temperatura podem alterar as propriedades químicas e físicas de alguns materiais utilizados na clínica bem como podem provocar efeitos adversos na saúde dos profissionais e dos utentes. A obtenção de resultados mais específicos sobre a variação da temperatura e humidade no interior da clínica poderá passar pela utilização de um maior número de sensores, colocados em pontos específicos da clinica num período de tempo maior.

## **Abstract**

The human being is a homoeothermic that has the capacity to maintain body temperature within a certain predetermined range despite variations in temperature in the surrounding environment. The temperature and humidity are basic and essential properties of any physical system, including living systems. Even the slightest changes in temperature and humidity can have profound effects on organisms; it has been thought that increasing metabolism with different variations in temperature and humidity can have their effects. For example, the air quality in offices environment has parameters of temperature and humidity that must be regulated, so that they do not cause serious to the body and health. The suggested temperature is should be between 21 ° C-26 ° C and 55% -65%, respectively. For this estimation we used a device that senses and records the temperature and humidity and monitored the temperature and humidity daily at the clinic. These results indicated that the temperature and humidity inside the clinic were outside the optimum standards in a 15 day measurement, there were 7 days where there were no results in the temperature range and desirable moisture. The temperature was superior in 5 days at 26 ° C and humidity for 7 days is less than 55%, except 1 day was more than 65%. Temperature fluctuations may alter the chemical and physical properties of some materials used in the clinic, which can cause adverse health issues to the professionals in that environment. Obtaining more specific results on the variations of the temperature and humidity inside the clinic may involve the use of a greater number of sensors placed at specific points in the clinic with a longer period of time.



# Introdução

O meio ambiente é um sistema fulcral para a sobrevivência dos seres vivos. De modo a conseguir abrigar e sustentar a vida em todas as suas formas, este tem que lhes oferecer um conjunto de condições, leis e infraestruturas de ordem física, química e biológica<sup>1</sup>.

A atmosfera, camada de gases que envolve a Terra, é uma das infraestruturas essenciais que regula a vida. Pequenas variações e alterações no sistema atmosférico originam modificações ambientais, por exemplo a nível da temperatura e humidade. Estas modificações variam quer em latitude como em altitude<sup>2</sup>.

A atmosfera terrestre está dividida em camadas (5 camadas: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera e Exosfera). A variação da temperatura em função da altitude é diferente consoante a camada atmosférica correspondente (enquanto que em algumas a temperatura vai diminuindo com a altitude, noutras ocorre o inverso, a temperatura aumenta com a altitude)<sup>2</sup>.

A troposfera é a porção mais baixa da atmosfera; situa-se a um nível de 8 a 17km de altura e é onde ocorrem a maior parte dos fenómenos meteorológicos<sup>2</sup>. As mudanças ambientais que nela se verificam também são geridas através de diferentes oscilações de temperatura e humidade, bem como fluxo (ventos) e precipitação, influenciando diretamente o clima do ecossistema. Nesta camada as temperaturas descem com o aumento da altitude, e podem atingir até -52°C no seu topo<sup>3</sup>. Estes valores são registados e analisados por estações meteorológicas equipadas com instrumentos de medição e

registro de todas as variáveis climáticas.

A temperatura tem uma influência direta no organismo dos seres vivos. A segunda lei da termodinâmica afirma que dentro de um sistema termodinâmico fechado a entropia aumentará ao longo do tempo até atingir um equilíbrio termodinâmico. Um dos fatores que afetam a termodinâmica é a temperatura e, deste modo, esta influencia o processo de envelhecimento celular. Temperaturas mais elevadas levam a que surjam mais rapidamente danos moleculares e celulares<sup>4</sup>.

O ser humano é um ser homeotérmico, ou seja, tem a capacidade de manter a temperatura corporal, dentro de um certo intervalo pré-determinado mesmo que ocorram variações térmicas no meio ambiente<sup>5</sup>.

A variação da temperatura corporal pode ser detetada e medida através de sensores neuronais. Estes sensores captam a temperatura corporal central e cutânea, transmitem essa informação ao centro integrador, o qual, através de múltiplas vias eferentes promove respostas que visam a conservação ou a dissipação de calor. Anomalias da função ou danos estruturais em qualquer um destes níveis podem resultar na perda de capacidade de regulação térmica. Desta forma, os mecanismos de regulação térmica corporal representam um importante sistema de controlo, capaz de manter a temperatura normal do corpo entre 36.1 C° e 37.7 °C<sup>6</sup>.

Cada região da superfície corporal e dos órgãos internos têm a sua própria temperatura “normal”, podendo esta ser interpretada como uma assinatura fisiológica do funcionamento do corpo humano<sup>5,6,7</sup>. Este equilíbrio térmico é conseguido através de um centro termorregulador localizado no hipotálamo anterior, a área pré-ótica. Esta área possui neurónios com sensibilidade térmica, fazendo um balanço constante entre a perda e o ganho de calor.

Para além da área pré-ótica, existem outras regiões hipotalâmicas, zonas do tronco cerebral e da medula, que possuem estruturas com sensibilidade térmica, ainda que em

menor grau<sup>5,7</sup>.

O hipotálamo é o centro integrador e constitui a principal área do Sistema Nervoso Central (SNC) responsável pela homeostase. No hipotálamo anterior é feita a recepção e integração da informação da temperatura corporal através de sensores periféricos (termorreceptores), do sangue circulante e da área pré-ótica do hipotálamo anterior<sup>6</sup>. Em resposta, o hipotálamo posterior envia impulsos nervosos aos neurónios periféricos que controlam, ao nível da pele, a conservação de calor. O grau de estimulação dos diferentes recetores térmicos permite ao ser humano uma gradação das sensações térmicas<sup>6,7</sup>. A rapidez de instalação da temperatura modula também o grau de estimulação; desta forma o corpo humano apresenta um fenómeno de “adaptação”, em que a exposição contínua a uma determinada temperatura leva a que a estimulação de recetor térmico seja cada vez menor<sup>6,8</sup>. Desta forma, um individuo pode ser exposto, em ambiente seco, e temperaturas tão baixas como -12°C, ou tão altas como 54°C, e manter uma temperatura corporal de núcleo praticamente constante<sup>6</sup>. Simultaneamente são emitidas mensagens do hipotálamo para o córtex cerebral, responsáveis pelo controlo do comportamento do indivíduo perante o frio ou o calor<sup>6,8</sup>.

Contudo esta estabilidade pode ser quebrada e a capacidade do organismo regular a sua temperatura pode ser afetada. Quando a temperatura corporal ultrapassa o ponto de regulação térmica, o corpo entra em hipertermia. Este estado pode resultar de uma ineficiência dos mecanismos de dissipação do calor, ou de uma produção excessiva de calor, em que os mecanismos de dissipação compensatória também não são suficientes para compensar este aumento, sendo esta causa menos frequente. Por conseguinte, quando a temperatura ultrapassa os 41°C vão ocorrer inúmeras alterações a nível celular: desnaturação enzimática, alteração da função mitocondrial, instabilidade nas membranas celulares, alteração das vias metabólicas dependentes de O<sub>2</sub>, podendo mesmo culminar em falência multiorgânica<sup>4,6,9,10,11</sup>.

Por outro lado, quando a temperatura corporal diminui para valores inferiores a

35°C ocorre hipotermia. Esta pode ser classificada em acidental ou primária, quando há ausência de disfunção do centro termorregulador hipotalâmico, e secundária, quando este centro se encontra disfuncional. Temperaturas corporais abaixo dos 35°C indicam uma diminuição na eficiência da regulação, porém, quando a temperatura corporal desce abaixo de 30°C, a capacidade do hipotálamo para regular a temperatura é perdida.<sup>6,9,10,11</sup> Devido à alteração do controlo térmico o mecanismo do sistema nervoso pode entrar em colapso e a falha na regulação térmica dos sensores neuronais pode levar a sonolência sendo que esta poderá evoluir para um estado de coma aquando uma exposição prolongada<sup>6</sup>.

A temperatura ambiente está intimamente relacionada com a humidade. O limite superior da temperatura do ar depende, em grande parte, do facto de o ar ser seco ou húmido, tendo consequências diretas no corpo humano. Se o ar for seco promove a evaporação rápida a partir do corpo e, desta forma, o ser humano pode suportar várias horas exposto a uma temperatura do ar de 54.44°C. Por outro lado, se o ar for 100 por cento humidificado e o corpo não estiver suficientemente hidratado, para uma temperatura ambiente de 34.44°C, a temperatura corporal começa de imediato a subir. Como vimos anteriormente, o aumento da temperatura corporal para além da temperatura crítica, entre 40.56 °C e 42.22°C, é extremamente prejudicial para os tecidos do corpo, especialmente para o cérebro. Quando se verifica a hiperpirexia (temperatura corporal acima dos 40.56°C) a pessoa pode começar a apresentar vários sintomas: tonturas, dor abdominal, por vezes acompanhada de vómitos, delírio e eventualmente perda de consciência. Se a temperatura do corpo não diminuir, estes sintomas podem exacerbar-se e conduzir a um choque circulatório causado pela perda excessiva de fluidos e eletrólitos no suor. Verificamos assim que uma exposição corporal a temperaturas muito elevadas durante alguns minutos pode ser fatal<sup>6</sup>.

As oscilações de temperaturas também alteram os processos neuroendócrinos mediados por respostas fisiológicas complexas que possivelmente modificam o complexo

psicológico do ser humano<sup>4</sup>.

Há cada vez mais profissionais a exercerem investigação, experiências e funções em laboratórios, escolas ou clínicas, onde se manuseiam e alteram produtos e substâncias tóxicas inodoras. Em alguns casos, esta toxicidade pode ser potencializada pela temperatura e humidade causando, conseqüentemente, um impacto negativo na saúde<sup>12,13</sup>. Desta forma, a avaliação da qualidade do ar existente no meio, tanto laboratorial como clínico, é uma forma seguramente importante para verificar a diminuição e/ou aumento da temperatura e humidade, pois estes são dois fatores que influenciam não só as características próprias dos materiais a utilizar bem como do bem-estar de todos os indivíduos envolvidos nesse meio<sup>13,14</sup>.

No interior de edifícios - casas, escritórios, consultórios e laboratórios - a poluição do ar pode ter diversas origens: fumo de tabaco, animais de estimação, fungos, ácaros, vírus, dióxido de carbono, tóxicos e vapores<sup>15</sup>. Estudos sistemáticos sugerem que muitos dos materiais utilizados na construção de edifícios, quer materiais estruturais quer mobiliário, são a principal fonte de poluição, tanto devido à sua grande área de superfície como à sua permanente exposição ao ar interior<sup>13</sup>. Os materiais de isolamento térmico e acústico comumente usados para forrar o interior de unidades de tratamento de ar, bobinas de reaquecimento e unidades de volume de ar variável, são também uma potencial fonte de poluição<sup>16</sup>.

Tudo isto é de extrema importância quando percebemos que a qualidade do ar interior afeta diretamente o conforto, a saúde e o desempenho dos indivíduos; assim uma má qualidade do ar diminui significativamente o desempenho no trabalho.

A qualidade do ar e o desempenho no trabalho estão relacionados através de dois fatores principais: 1) a composição química do ar interior e a concentração dos seus componentes, e 2) a percepção subjetiva do ar (expressa por ar fresco, a intensidade de odor e de irritação)<sup>12</sup>.

Os indivíduos nem sempre são capazes de avaliar de forma objetiva a qualidade do ar e os seus potenciais riscos para a saúde, pois admitem que um ar fresco e agradável é sinónimo de um ar de boa qualidade, o que nem sempre se verifica. Tendo em conta a importância para a saúde humana, a qualidade do ar constitui a base para as atuais diretrizes e normas da ventilação, e com base no nível de insatisfação da qualidade do ar, foram definidas categorias para o ambiente interior nos edifícios<sup>12</sup>.

Apesar da sua importância, a temperatura e a humidade do ar, não têm sido considerados como fatores de impacto na qualidade do ar em ambientes fechados<sup>16</sup>.

A temperatura é um dos fatores mais importantes para a qualidade do ar. O efeito da temperatura e da humidade na perceção da intensidade do odor e na qualidade do ar tem sido investigado em vários estudos. Estes demonstram que o efeito da temperatura e da humidade sobre a emissão de químicos influencia a qualidade do ar de duas maneiras: 1) na perceção da intensidade do odor e qualidade do ar, e 2) na dimensão e composição das emissões<sup>12,16</sup>.

O conjunto de elementos que estão dispostos no ambiente laboratorial e clínico, tais como os equipamentos, os móveis, as condições de temperatura, de pressão, a humidade do ar, a iluminação, a organização, a limpeza e as próprias pessoas, fazem parte das condições de trabalho e constituem assim o que se designa por ambiente. A combinação de todos esses elementos gera produtos e serviços aos quais denominamos por condições ambientais. O estudo da qualidade do ar é importante para manter a segurança no ambiente de trabalho laboratorial, pois a exposição a químicos voláteis constitui um dos maiores perigos para a saúde e segurança dos trabalhadores de laboratório<sup>15,16</sup>. Tudo isto é de extrema importância também numa clínica ou consultório dentário.

Os edifícios hospitalares são caracterizados pela elevada sensibilidade dos seus utentes e pelo nível acrescido de troca de gases provenientes da respiração para o meio ambiente decorrentes da sua normal atividade. Sendo assim, torna-se especialmente relevante garantir uma boa qualidade do ar interior neste tipo de unidades de saúde<sup>17</sup>. Consideram-

se, clínicas ou consultórios dentários as unidades ou estabelecimentos de saúde privados que prossigam atividades de prevenção, diagnóstico e tratamento das anomalias e doenças dos dentes, boca, maxilares e estruturas anexas, independentemente da forma jurídica e da designação adotadas, no âmbito das competências legalmente atribuídas a cada um dos grupos profissionais envolvidos<sup>18</sup>. Os compartimentos devem satisfazer as condições de atmosfera de trabalho, de temperatura e de humidade previstas na legislação em vigor sobre comportamento térmico e sistemas energéticos dos edifícios e sobre higiene e segurança do trabalho<sup>18</sup>. Em relação a consultórios dentários, devido ao contato indireto com o paciente em procedimentos dentários e oscilações de temperatura e humidade diferentes, poderão desencadear o desenvolvimento de bactérias e vírus de modo a contaminar o meio envolvente predispondo todos os indivíduos presentes a doenças infecciosas (tuberculose, hepatite, infeções virais respiratórias e outras o doenças bacterianas)<sup>17</sup>.

Na clínica, mudanças bruscas de temperatura, passando, por exemplo, de um ambiente quente para um ambiente frio, podem provocar não só alterações no desempenho dos médicos dentistas, como ser simultaneamente prejudiciais à sua saúde.

A sensação de calor que sentimos resulta, não só da temperatura existente no espaço clínico, mas também dos indivíduos que estão presentes (médicos, protésicos, assistentes, pacientes) e do esforço físico despendido na execução do tratamento, como por exemplo, o esforço necessário para realizar uma cirurgia oral; a conjugação de todos estes fatores podem desencadear um stress térmico. Este conceito está relacionado com o desconforto do trabalhador em condições de trabalho com temperaturas muito elevadas e muito baixas que podem conjugar-se com humidade baixa e com circulação de ar deficiente. Sendo assim, a temperatura registada, estabelece-se em função (ou depende) dos seguintes fatores: humidade relativa do ar e velocidade e temperatura do ar. Por isso a temperatura ideal em clínicas situa-se entre os 21°C e os 26°C, a humidade relativa do ar deve estar entre 55% a 65%, e a velocidade do ar deve ser cerca de 0.12 m/s<sup>19,20</sup>. Nos espaços

interiores ocorre a emissão de alguns gases, entre os quais o CO<sub>2</sub>, maioritariamente de origem humana provenientes da sua atividade metabólica. Em espaços interiores os níveis de CO<sub>2</sub> podem variar de 350-2500 ppm<sup>17</sup>. Em Portugal o limite máximo admissível é de 1250 ppm<sup>18</sup>. Quando se verificam excessivas concentrações de CO<sub>2</sub>, pode-se observar algum desconforto dos ocupantes do espaço<sup>17</sup>.

A exposição a ambientes térmicos quentes pode levar a um aumento da temperatura interna corporal e superficial da pele (vasodilatação dos capilares), sendo que esta tem uma variação superior. As condições destes ambientes térmicos quentes conduzem à alteração da temperatura corporal, o que explica o aparecimento de vários sintomas que podem variar desde uma simples sudação, mal-estar generalizado, tonturas, desmaios, até esgotamento e morte. Por outro lado, a exposição a ambientes térmicos frios são acompanhados por uma alteração fisiológica no sistema circulatório, a vasoconstrição, que leva a que as extremidades do corpo humano adquiram uma coloração vermelho-azulada; em situações de grande humidade, os pés podem ficar extremamente frios e adquirir uma cor violácea, e podem ainda surgir frieiras localizadas nos dedos dos pés e das mãos<sup>19,20</sup>.

Algumas medidas podem ser adotadas para minimizar os efeitos das oscilações térmicas no corpo humano. Estas podem passar por uma correta dieta alimentar (de modo a fortalecer o organismo), ingestão de bastante água à temperatura ambiente, moderação no consumo de cafeína e monitorização de equipamentos de ventilação<sup>19,20</sup>.

A temperatura e a humidade são consideradas de qualidade quando se situam entre os 18-28°C e 30-70 %, respetivamente. Num compartimento de trabalho, com a existência de materiais, aquecedores, ventiladores e substâncias, se houver um aumento da temperatura e da humidade, vai-se gerar um impacto mais pronunciado e conseqüentemente o nível de poluição do ar aumenta. Assim sendo, é cada vez mais importante dispor de unidades de controlo de medição da temperatura, os termostatos, nos nossos sistemas de aquecimento doméstico, refrigeradores, condicionadores de ar e fornos<sup>15</sup>.

Os sensores de temperatura têm diversas aplicações: são usados, por exemplo, em placas de circuito, como parte de testes térmicos, controles industriais, salas de controle, bem como em laboratórios de calibração. O sensor caracteriza-se por um dispositivo utilizado para detetar uma variável física, sendo que os mais utilizados são a temperatura, tensão, luz, e tensão pressão<sup>21</sup>. Para captar estas variáveis, é necessário convertê-las facilmente num sinal acessível. A variável originada muda continuamente ao longo do tempo, e é diretamente proporcional a uma variável física correspondente<sup>21</sup>.

Os sensores de temperatura são normalmente utilizados em conjunto com biossensores sendo que a temperatura é um parâmetro muito importante para muitos sistemas biológicos. Estes devem apresentar elevada sensibilidade e resposta rápida. Os sensores de temperatura de semicondutores mostram maior sensibilidade. Embora existam muitos tipos de sensores de temperatura, a maioria são dispositivos passivos: termopares, RTDs (detetores de temperatura de resistência) e termístores<sup>21</sup>.

A resistência elétrica é medida pela grandeza Ohm em que designa a capacidade de um condutor tem de se opor à passagem de corrente elétrica. A lei de Ohm estabelece uma relação entre as grandezas elétricas: tensão (V), corrente (I) e resistência (R) sendo que os seus valores devem ser expressos nas unidades fundamentais, Volt, Ampère e Ohm, respetivamente. Verifica-se a Lei de Ohm a partir de medições de tensão, corrente e resistência realizadas em circuitos elétricos simples, compostos por uma fonte de alimentação e uma resistência. Para a conversão de uma variável o transdutor é o componente responsável. O sinal de tensão resultante é normalmente um sinal analógico não necessitando de transdutores, sendo este normalmente transferido para um computador ou um microprocessador, que reconhece apenas sinais digitais. Para que ocorra a conversão é necessário um conversor de analógico para digital (conversor A / D)<sup>22</sup>.

## **Objetivos**

O presente trabalho, intitulado “Condições ambientais nos laboratórios de aulas” apresenta como objetivo principal monitorizar a temperatura e humidade do ambiente.

## Materiais e Métodos

O estudo envolve a medição de temperatura e humidade durante um intervalo de tempo variável na clínica de Medicina Dentária na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Para que ocorresse esta análise desenvolveu-se um dispositivo para detetar e registar a temperatura e humidade durante um período de tempo significativo bem como verificar as oscilações existentes durante o dia-a-dia com vista a calcular as propriedades do ar existente na clínica com a certificar o bem-estar dos profissionais e pacientes envolventes no espaço de trabalho.

Ao longo de 15 dias, que não foram seguidos, registou-se durante um determinado intervalo de tempo de cada dia, os valores de temperatura e humidade presentes na clínica. Através da informação prestada pelo instituto português do mar e da atmosfera foi anotada a temperatura e humidade exterior. Após o final de cada dia, tanto os registos térmicos e de humidade como o intervalo de tempo que o sensor esteve a medir as duas grandezas, foram transferidos para o sistema informático. Os dados foram recolhidos dependendo do meu horário de trabalho não sendo sempre no mesmo intervalo de tempo. A clínica tem uma área de 468 m<sup>2</sup> e 2.5 m de altura, contém cinco janelas grandes, duas pequenas, uma porta, vinte e sete luminárias de teto, nove aquecedores e vinte e cinco cadeiras de dentista. Esta funciona desde as 8h30 e as 18h30 com 70 a 110 ocupantes durante este tempo.

O local onde foi colocado o sensor para fazer a medição de temperatura e humidade

esteve sempre junto à cadeira de dentista onde trabalhava, relativamente perto de uma janela. Por norma, a radiação solar incide durante a manhã mas o sensor não estava exposto a esta.

O dispositivo utilizado para a aquisição dos dados era composto por um sensor de temperatura e humidade e por uma placa Arduino. O sensor de temperatura e humidade utilizado foi o SHT75 da família SHT7x de sensores de temperatura e humidade relativa da Sensirion (Figura 1). Estes sensores integram elementos sensoriais e processamento de sinal num formato compacto e fornecem uma saída digital totalmente calibrada. O sensor capacitivo é usado para medir a humidade relativa enquanto a temperatura é medida com um sensor de intervalo de bandas. A tecnologia aplicada, CMOSens® , garante uma excelente fiabilidade e estabilidade a longo termo. Ambos os sensores são acoplados a um conversor analógico-digital de 14 bits e a um circuito de interface em série o que resulta numa boa qualidade de sinal, resposta rápida e insensibilidade a perturbações externas. Este sensor estava ligado à placa Arduino, onde os valores da temperatura e humidade eram registados num cartão de memória microSD. Arduino é uma plataforma de protótipos electrónicos open-source, baseada na flexibilidade e facilidade de uso tanto em hardware como em software (Figura 2). O microcontrolador Atmel AVR usado na placa Arduino é programado usando a linguagem de programação Arduino (baseada em Wiring) e o ambiente de desenvolvimento Arduino (baseado em Processing).

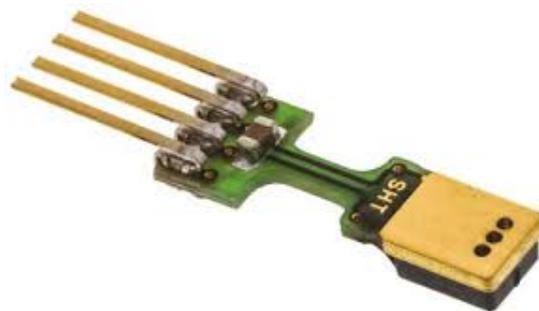


Figura 1: Sensor SHT75

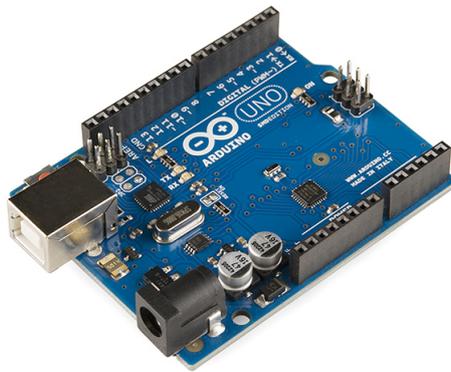


Figura 2: Placa Arduino

## **Resultados**

Os valores de temperatura e humidade registados no interior da Clínica de Medicina Dentária da Faculdade de Coimbra estão apresentados nas tabelas I e III. Os valores de temperatura e humidade registados no exterior estão apresentados nas tabelas II e IV. Nas figuras 3 e 4 estão os gráficos dos valores obtidos para a temperatura e humidade respectivamente.

No primeiro dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 24°C, o valor mínimo da temperatura foi de 22°C e a temperatura média foi de 23°C. O valor máximo da humidade foi de 68%, o valor mínimo da humidade foi de 57% e a humidade média foi de 61%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 19°C, o valor mínimo da temperatura foi de 11°C e a temperatura média foi de 15°C. O valor máximo da humidade foi de 99%, o valor mínimo da humidade foi de 57% e a humidade média foi de 81%.

No segundo dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 23°C, o valor mínimo da temperatura foi de 21°C e a temperatura média foi de 22°C. O valor máximo da humidade foi de 71%, o valor mínimo da humidade foi de 55% e a humidade média foi de 66%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 17°C, o valor mínimo da temperatura foi de 11°C e a temperatura média foi de 14°C. O valor máximo da humidade foi de 90%, o valor mínimo da humidade foi de 58% e a humidade média foi de 76%.

No terceiro dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 29°C, o valor mínimo da temperatura foi de 25°C e a temperatura média foi de 27°C. O valor máximo da humidade foi de 44%, o valor mínimo da humidade foi de 29% e a humidade média foi de 39%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 29°C, o valor mínimo da temperatura foi de 17°C e a temperatura média foi de 23°C. O valor máximo da humidade foi de 45%, o valor mínimo da humidade foi de 18% e a humidade média foi de 35%.

No quarto dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 25°C e a temperatura média foi de 26°C. O valor máximo da humidade foi de 63%, o valor mínimo da humidade foi de 58% e a humidade média foi de 61%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 16°C, o valor mínimo da temperatura foi de 14°C e a temperatura média foi de 15°C. O valor máximo da humidade foi de 98%, o valor mínimo da humidade foi de 45% e a humidade média foi de 86%.

No quinto dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 24°C e a temperatura média foi de 25°C. O valor máximo da humidade foi de 67%, o valor mínimo da humidade foi de 53% e a humidade média foi de 58%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 15°C, o valor mínimo da temperatura foi de 12°C e a temperatura média foi de 14°C. O valor máximo da humidade foi de 100%, o valor mínimo da humidade foi de 89% e a humidade média foi de 97%.

No sexto dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 23°C e a temperatura média foi de 26°C. O valor máximo da humidade foi de 63%, o valor mínimo da humidade foi de 53% e a humidade média foi de 56%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 20°C, o valor mínimo da temperatura foi de 12°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor máximo da humidade foi de 92%, o valor mínimo da humidade foi de 55% e a humidade

## RESULTADOS

---

média foi de 78%.

No sétimo dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 24°C e a temperatura média foi de 26°C. O valor máximo da humidade foi de 62%, o valor mínimo da humidade foi de 53% e a humidade média foi de 57%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 22°C, o valor mínimo da temperatura foi de 11°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor máximo da humidade foi de 96%, o valor mínimo da humidade foi de 54% e a humidade média foi de 77%.

No oitavo dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 28°C, o valor mínimo da temperatura foi de 23°C e a temperatura média foi de 27°C. O valor máximo da humidade foi de 70%, o valor mínimo da humidade foi de 39% e a humidade média foi de 55%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 24°C, o valor mínimo da temperatura foi de 9°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor máximo da humidade foi de 94%, o valor mínimo da humidade foi de 30% e a humidade média foi de 58%.

No nono dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 27°C, o valor mínimo da temperatura foi de 23°C e a temperatura média foi de 27°C. O valor máximo da humidade foi de 61%, o valor mínimo da humidade foi de 50% e a humidade média foi de 52%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 20°C, o valor mínimo da temperatura foi de 13°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor máximo da humidade foi de 95%, o valor mínimo da humidade foi de 50% e a humidade média foi de 70%.

No décimo dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 22°C e a temperatura média foi de 26°C. O valor máximo da humidade foi de 63%, o valor mínimo da humidade foi de 42% e a humidade média foi de 49%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 20°C, o valor mínimo da temperatura foi de 12°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor

máximo da humidade foi de 97%, o valor mínimo da humidade foi de 43% e a humidade média foi de 77%.

No décimo primeiro dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 23°C e a temperatura média foi de 25°C. O valor máximo da humidade foi de 59%, o valor mínimo da humidade foi de 45% e a humidade média foi de 58%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 21°C, o valor mínimo da temperatura foi de 11°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor máximo da humidade foi de 98%, o valor mínimo da humidade foi de 45% e a humidade média foi de 76%.

No décimo segundo dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 26°C, o valor mínimo da temperatura foi de 21°C e a temperatura média foi de 25°C. O valor máximo da humidade foi de 63%, o valor mínimo da humidade foi de 46% e a humidade média foi de 53%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 20°C, o valor mínimo da temperatura foi de 12°C e a temperatura média foi de 16°C. O valor máximo da humidade foi de 100%, o valor mínimo da humidade foi de 47% e a humidade média foi de 78%.

No décimo terceiro dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 27°C, o valor mínimo da temperatura foi de 23°C e a temperatura média foi de 26°C. O valor máximo da humidade foi de 60%, o valor mínimo da humidade foi de 42% e a humidade média foi de 51%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 24°C, o valor mínimo da temperatura foi de 10°C e a temperatura média foi de 17°C. O valor máximo da humidade foi de 99%, o valor mínimo da humidade foi de 38% e a humidade média foi de 69%.

No décimo quarto dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 28°C, o valor mínimo da temperatura foi de 23°C e a temperatura média foi de 27°C. O valor máximo da humidade foi de 61%, o valor mínimo da humidade foi de 36% e a humidade média foi de 42%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi

## RESULTADOS

---

de 28°C, o valor mínimo da temperatura foi de 12°C e a temperatura média foi de 20°C. O valor máximo da humidade foi de 96%, o valor mínimo da humidade foi de 24% e a humidade média foi de 57%.

No décimo quinto dia, no interior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 28°C, o valor mínimo da temperatura foi de 24°C e a temperatura média foi de 27°C. O valor máximo da humidade foi de 59%, o valor mínimo da humidade foi de 37% e a humidade média foi de 44%. No exterior da clínica o valor máximo da temperatura foi de 28°C, o valor mínimo da temperatura foi de 13°C e a temperatura média foi de 19°C. O valor máximo da humidade foi de 75%, o valor mínimo da humidade foi de 31% e a humidade média foi de 55%.

Os resultados da média e desvio padrão dos valores registados da temperatura e humidade estão apresentados nas tabelas V e VI, respectivamente.

O valores médios gerais da temperatura exterior foram de  $12,0 \pm 1,85$  para a temperatura mínima,  $16,6 \pm 2,38$  para a temperatura média e  $21,3 \pm 4,06$  para a temperatura máxima. O valores médios gerais da temperatura interior foram de  $23,0 \pm 1,22$  para a temperatura mínima,  $25,6 \pm 1,45$  para a temperatura média e  $26,4 \pm 1,54$  para a temperatura máxima.

O valores médios gerais da humidade exterior foram de  $45,6 \pm 17,1$  para a humidade mínima,  $71,3 \pm 14,9$  para a humidade média e  $91,6 \pm 14,3$  para a humidade máxima. O valores médios gerais da humidade interior foram de  $46,3 \pm 8,7$  para a humidade mínima,  $53,5 \pm 7,5$  para a humidade média e  $62,3 \pm 6,3$  para a humidade máxima.

Tabela I: Temperatura interior

Dia	Temperatura mínima	Temperatura média	Temperatura máxima
1	22	23	24
2	21	22	23
3	25	27	29
4	25	26	26
5	24	25	26
6	23	26	26
7	24	26	26
8	23	27	28
9	23	26	27
10	22	26	26
11	23	25	26
12	21	25	26
13	23	26	27
14	23	27	28
15	24	27	28

Tabela II: Temperatura exterior

Dia	Temperatura mínima	Temperatura média	Temperatura máxima
1	11	15	19
2	11	14	17
3	17	23	29
4	14	15	16
5	12	14	15
6	12	16	20
7	11	16	22
8	9	16	24
9	13	16	20
10	12	16	20
11	11	16	21
12	12	16	20
13	10	17	24
14	12	20	28
15	13	19	25

Tabela III: Humidade exterior

Dias	Humidade Mínima	Humidade Média	Humidade Máxima
1	57	81	99
2	58	76	90
3	18	35	45
4	45	86	98
5	89	97	100
6	55	78	92
7	54	77	96
8	30	58	94
9	50	70	95
10	43	77	97
11	45	76	98
12	47	78	100
13	38	69	99
14	24	57	96
15	31	55	75

Tabela IV: Humidade interior

Dias	Humidade Mínima	Humidade Média	Humidade Máxima
1	57	61	68
2	55	66	71
3	29	39	44
4	58	61	63
5	53	58	67
6	53	56	63
7	53	57	62
8	39	55	70
9	50	52	61
10	42	49	63
11	45	58	59
12	46	53	63
13	42	51	60
14	36	42	61
15	37	44	59

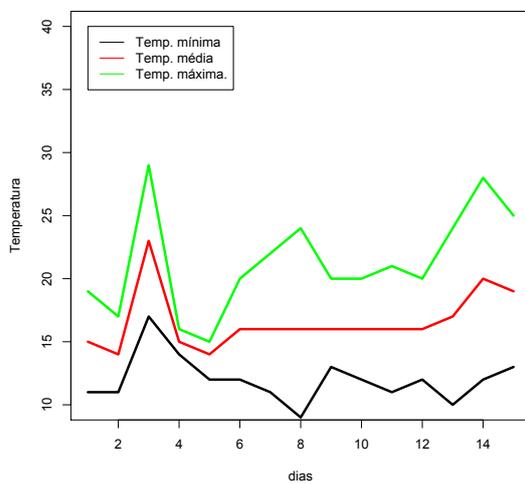
## RESULTADOS

Tabela V: default

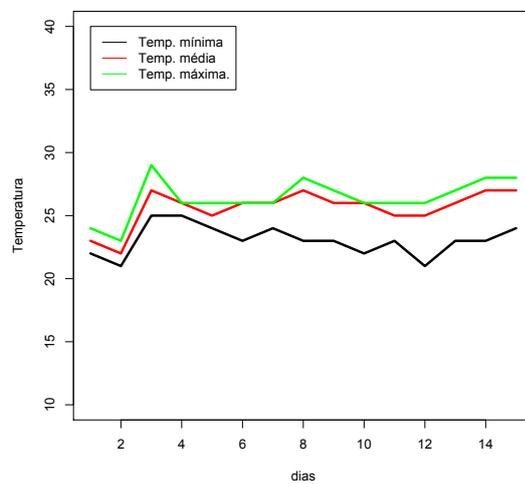
	Temperatura Externa			Temperatura Interna		
	mínima	média	máxima	mínima	média	máxima
média	12,0	16,6	21,3	23,0	25,6	26,4
desvio padrão	1,85	2,38	4,06	1,22	1,45	1,54

Tabela VI: default

	Humidade Externa			Humidade Interna		
	mínima	média	máxima	mínima	média	máxima
média	45,6	71,3	91,6	46,3	53,5	62,3
desvio padrão	17,1	14,9	14,3	8,7	7,5	6,3



(a)



(b)

Figura 3: Temperatura máxima, média e mínima: 3a) exterior, 3b) interior

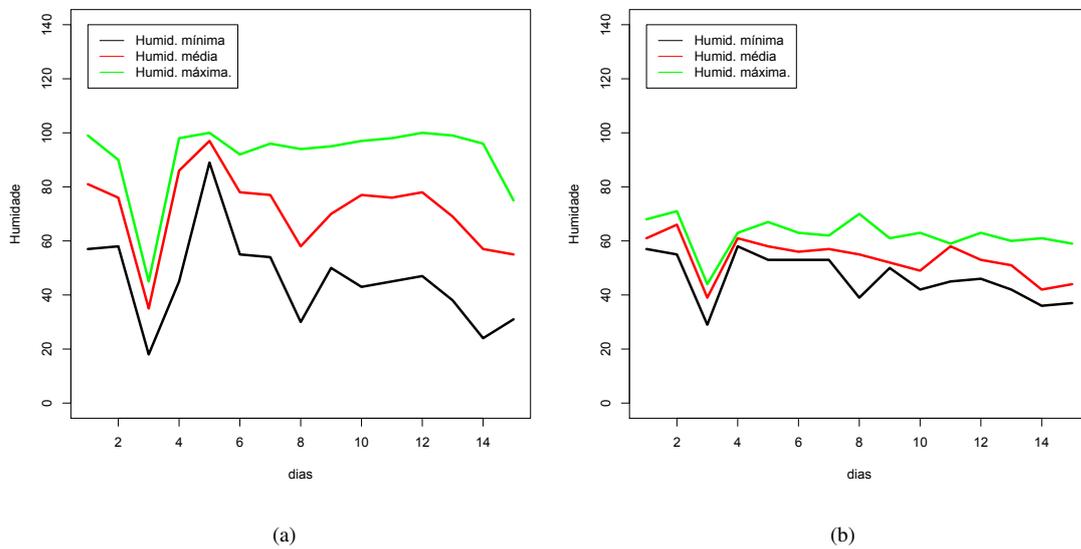


Figura 4: Humidade máxima, média e mínima: 4a) exterior, 4b) interior

## Discussão

Os resultados das medições de temperatura e humidade no interior da clínica apresentam alguns valores que se encontram fora dos padrões indicados. A temperatura recomendada em locais de trabalho deve situar-se entre os 21°C e os 26°C e a humidade relativa do ar entre 55% a 65%<sup>19</sup>. Nos 15 dias de medições, houve 7 dias que não se registaram resultados no intervalo de temperatura e humidade aconselháveis. Verificou-se que a temperatura média foi superior a 26°C em 5 dias, a humidade média foi inferior a 55% em 7 dias e foi superior a 65% apenas num dia.

No segundo e décimo dia a temperatura média atingiu valores aceitáveis, no entanto a humidade média registou níveis percentuais baixos em relação aos recomendados. Por outro lado, nos dias três, oito, nove, catorze e quinze, as temperaturas médias ultrapassaram o intervalo recomendado de 26°C e a humidade média sentida foi inferior aos valores recomendados, exceto no oitavo dia em que registou 55%.

As variações de temperatura e humidade podem ter sido influenciadas por vários fatores presentes no interior da clínica como também pelo ambiente externo à clínica. Os valores da temperatura externa em dias mais quentes podem ter influenciado um aumento temperatura no interior, conjugado com o número elevado de indivíduos que se apresentam no mesmo espaço clínico, no mesmo período de tempo. Os dispositivos em funcionamento na clínica que geram calor, nomeadamente computadores, luzes, compressores das cadeiras de dentista, Raio-X, também contribuem para o aumento da

temperatura interna da clínica. Os valores da humidade inferiores a 55%, possivelmente são influenciados pelos valores da humidade exterior.

O ser humano quando exposto a estes valores de temperatura e humidade no ambiente de trabalho pode sofrer alterações na temperatura interna corporal. Admitindo uma temperatura superior a 26°C esta pode provocar no organismo humano sudação, mal-estar generalizado, tonturas, ou, em casos mais extremos, desmaios<sup>17</sup>. Numa temperatura inferior a 21°C ocorre uma alteração fisiológica no sistema circulatório, a vasoconstrição, que leva a que as extremidades do corpo humano adquiram uma coloração vermelho-azulada<sup>17</sup>.

Não só a temperatura desencadeia sintomas mas também a humidade. Nestas situações de humidade superior a 65%, os pés podem ficar extremamente frios e adquirir uma cor violácea, e podem ainda surgir frieiras localizadas nos dedos dos pés e das mãos<sup>17</sup>.

Importa salientar que alguns alunos, em momentos em que a temperatura interna era elevada, apresentavam alguns sintomas típicos, como, sudação bem visível, uma cor mais rosada no rosto e um cansaço generalizado, notando-se uma certa fadiga psicológica. Para além disso, a conjugação entre elevada temperatura e baixa humidade no interior da clínica, pode originar um odor intenso. Este efeito não era generalizado, dependia de pessoa para pessoa e do tratamento que cada um estava a efetuar no seu paciente. Alguns estudos demonstram o efeito da temperatura e da humidade sobre a perceção da intensidade do odor e qualidade do ar<sup>12,16</sup>. Verificou-se, também, uma maior ingestão de água em relação aos dias com temperaturas menos elevadas no interior da clínica.

As oscilações de temperatura também podem alterar as propriedades químicas e físicas de alguns materiais utilizados na clínica, tome-se como exemplo o alginato que é utilizado para fazer impressões das arcadas dentárias. Este material tem um determinado tempo de geleificação que deve ser o suficiente para permitir ao médico dentista misturar o material, carregar a moldeira e coloca-la em boca. O seu tempo de presa pode ser alterado consoante a temperatura da água durante a manipulação, demonstrando, assim,

diferentes níveis de sensibilidade a alterações de temperatura. Em meio ambiente com altas temperaturas deverá ter-se algumas precauções, como colocar água a uma temperatura mais fria na taça de borracha onde se espatula o alginato. Em ambiente com temperaturas mais elevadas a presa dos materiais é mais rápida e devem ser empregados sob condições cuidadosamente controladas, ou o tempo de trabalho pode ser excedido, no entanto, este tema requer um estudo mais aprofundado<sup>13,14,23</sup>. Efetivamente, durante os momentos presentes na clinica verifica-se que com a variação da temperatura ambiente, na passagem do inverno para a primavera, o processo de presa do alginato acelerou havendo menos tempo de manipulação, todavia este processo também pode ter acelerado devido a um possível aumento da temperatura da água utilizada através do lavatório, apesar de não ter maneira de comprovar uma vez que essa questão não foi avaliada.

Consequentemente, estas oscilações de temperatura e humidade podem criar desequilíbrios no metabolismo humano podendo estar relacionado com o desconforto de todos os indivíduos presentes no meio em condições de trabalho com temperaturas muito elevadas conjugadas com humidade baixa e com circulação de ar deficiente como é referido pelo Centro de Reabilitação Profissional de Gaia (CRPG)<sup>20</sup>.

## **Conclusões**

Neste trabalho concluímos que os valores de temperatura e humidade no interior da clínica nem sempre estão dentro dos intervalos recomendados, mas seria necessário registar os dados de temperatura e humidade durante um período de tempo maior, onde fossem abrangidas as quatro estações do ano, para obter resultados mais amplos e conclusivos.

A utilização de um maior número de sensores, colocados em pontos específicos da clínica, poderá ser uma mais valia para a obtenção de resultados mais específicos sobre variação da temperatura e humidade no interior da clínica.

## Agradecimentos

O espaço limitado desta seção de agradecimentos, seguramente não me permite agradecer como devia a todas as pessoas que ao longo do meu Mestrado em Medicina Dentária me ajudaram, direta ou indiretamente, a cumprir os meus objetivos e a realizar mais esta etapa da minha formação académica. Desta forma, deixo apenas algumas palavras mas um sentido e profundo sentimento de reconhecido agradecimento.

Ao Professor Doutor Silvério Cabrita, pelo esforço e colaboração neste trabalho, transmitindo conhecimento, apoio e especialmente dedicação.

Ao Professor Ricardo Cabeças, o meu sincero agradecimento pela co-orientação neste Projeto. Muito obrigada pelo profissionalismo, pela sincera amizade e pela total disponibilidade que sempre revelou para comigo. O seu apoio foi determinante na elaboração desta Tese.

Aos meus amigos e colegas que estiveram ao meu lado durante esta fase, pelo companheirismo, força e apoio em certos momentos difíceis.

Por último, tendo consciência que sozinha nada disto teria sido possível, dirijo um agradecimento especial aos meus pais, por serem modelos de coragem, pelo seu apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrados e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo. A eles dedico este trabalho!

## Bibliografia

- [1] I. Dankelman, “Environment for development,” 2007.
- [2] P. Moore *et al.*, *Atlas of the Universe*. Cambridge University Press, 1998.
- [3] M. Rees, “Enciclopédia ilustrada do universo,” 2008.
- [4] G. Keil, E. Cummings, and J. P. de Magalhaes, “Being cool: how body temperature influences ageing and longevity,” *Biogerontology*, vol. 16, no. 4, pp. 383–397, 2015.
- [5] J. J. Massarelli, “Harrison’s principles of internal medicine,” *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, vol. 279, no. 19, pp. 1578–1578, 1998.
- [6] J. E. Hall, *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. Elsevier Health Sciences, 2015.
- [7] W. L. Kenney and T. A. Munce, “Invited review: aging and human temperature regulation,” *Journal of Applied Physiology*, vol. 95, no. 6, pp. 2598–2603, 2003.
- [8] A. M. Pinto *et al.*, “Fisiopatologia-fundamentos e aplicações,” *Lidl-Ed Técnicas, lda*, 2007.
- [9] J. A. Lybarger and E. M. Kilbourne, “Hyperthermia and hypothermia in the elderly: an epidemiologic review,” *Homeostatic function and aging*, vol. 30, p. 149, 1985.
- [10] L. Goldman and A. I. Schafer, *Goldman’s Cecil medicine*. Elsevier Health Sciences, 2011.
- [11] Y. Shoenfeld, R. Udassin, Y. Shapiro, A. Ohri, and E. Sohar, “Age and sex difference in response to short exposure to extreme dry heat,” *Journal of Applied Physiology*, vol. 44, no. 1, pp. 1–4, 1978.
- [12] A. K. Melikov and J. Kaczmarczyk, “Air movement and perceived air quality,”

- Building and Environment*, vol. 47, pp. 400–409, 2012.
- [13] F. Haghighat and L. De Bellis, “Material emission rates: literature review, and the impact of indoor air temperature and relative humidity,” *Building and Environment*, vol. 33, no. 5, pp. 261–277, 1998.
- [14] J. M. Daisey, W. J. Angell, and M. G. Apte, “Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information,” *Indoor air*, vol. 13, no. 1, pp. 53–64, 2003.
- [15] J. M. Samet, “Indoor air pollution: a public health perspective,” *Indoor Air*, vol. 3, no. 4, pp. 219–226, 1993.
- [16] L. Fang, G. Clausen, and P. O. Fanger, “Impact of temperature and humidity on the perception of indoor air quality,” *Indoor air*, vol. 8, no. 2, pp. 80–90, 1998.
- [17] C. Helmis, J. Tzoutzas, H. Flocas, C. Halios, O. Stathopoulou, V. Assimakopoulos, V. Panis, M. Apostolatou, G. Sgouros, and E. Adam, “Indoor air quality in a dentistry clinic,” *Science of the Total Environment*, vol. 377, no. 2, pp. 349–365, 2007.
- [18] E. R. da Saúde, “Portaria n.º 268/2010, de 12 de maio,” *Diário da República*, vol. 1, no. 92, pp. 1641 – 1645, Maio 2010.
- [19] A. E. de Portugal, “Manual de formação: Higiene e segurança no trabalho,” 2004.
- [20] R. J. d. R. dos Danos, “Acidentes de trabalho e doenças profissionais em portugal,” 2005.
- [21] J.-Y. Yoon, *Introduction to biosensors: from electric circuits to immunosensors*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [22] E. Gertz and P. Di Justo, *Environmental monitoring with Arduino: building simple*

*devices to collect data about the world around us.* "O'Reilly Media, Inc.", 2012.

- [23] K. J. Anusavice, C. Shen, and H. R. Rawls, *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences, 2013.