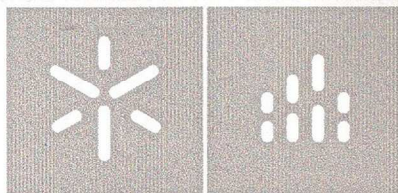


Universidade do Minho
Escola de Arquitetura

Javier Antonio Alvariño de la Fuente

**O edifício doente:
Relação entre construção, saúde e bem-estar.**



Universidade do Minho
Escola de Arquitectura

Javier Antonio Alvariño de la Fuente

**O edifício doente:
Relação entre construção, saúde e bem-estar.**

Tese de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Arquitectura

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor José Barroso de Aguiar

DECLARAÇÃO

Nome: JAVIER ANTONIO ALVARIÑO DE LA FUENTE

Endereço electrónico: **javieralvarino@outlook.com**

Telefone: 00 34 655 693 601

Número do Bilhete de Identidade: E 32.648.112-A

Título tese: O EDIFÍCIO DOENTE: RELAÇÃO ENTRE CONSTRUÇÃO, SAÚDE E BEM-ESTAR

Orientador: PROFESSOR DOUTOR JOSÉ BARROSO DE AGUIAR

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado: MESTRADO INTEGRADO EM ARQUITETURA

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 29/10/2013

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor José Barroso de Aguiar, orientador da dissertação, pela sua ajuda e horas de atenção.

A minha família, pelas minhas horas de não atenção.

RESUMO

O edifício doente: relação entre arquitetura, saúde e bem-estar pretende ser apenas uma introdução geral às questões que afetam a saúde em relação à arquitetura que pode ser utilizada como um ponto de partida para posteriores aprofundamentos no seu estudo, pessoais ou, idealmente, de outros arquitetos.

A dissertação começa com uma pequena introdução histórica, uma apresentação sobre a situação atual e uma reflexão sobre a falta de formação sobre estas questões no âmbito académico.

Em seguida, entramos na análise de vários problemas de saúde resultantes do ambiente interno, tanto manifestados historicamente, devidos ao chumbo, o amianto e fume do tabaco, como às novas doenças ambientais, quais são as derivadas da síndrome do edifício doente, a fibromialgia, as hipersensibilidades química e eletromagnética, etc., também analisando cada um dos parâmetros que devem ser controlados para evitar tais doenças: a qualidade do ar interior, as radiações, a radioatividade, a luz, a cor, a humidade e a temperatura, com uma breve menção da chamada Geobiologia.

Além dos parâmetros que afetam a saúde física, o trabalho atende também aqueles que podem influenciar o bem-estar e a saúde psicológica dos ocupantes, como a harmonia das formas, a luz, a cor, a sensação de segurança, a introdução de vegetação natural nos edifícios ou a integração destes no lugar, os quais influenciam positivamente as emoções e a saúde psicológica dos ocupantes e devem ser levados em conta se o que se busca é uma arquitetura física e mentalmente saudável.

ABSTRACT

The sick building: the relationship between architecture, health and well-being intends to be just a general introduction to the issues that affect health in relation to the architecture that can be used as a starting point for further deepenings in its study, personal or, ideally, by other architects.

The paper starts with a short historical introduction, a presentation on the current situation and a reflection on the lack of training on these issues within academia.

Then we walk in the analysis of various health problems resulting from internal environment, both historically manifested, due to lead, asbestos and tobacco smoke, as new environmental diseases, as are those derived from sick building syndrome, fibromyalgia, the electromagnetic and chemical sensitivities, etc. also considering each of the parameters that must be controlled to prevent these diseases: the quality of indoor air, radiations, radioactivity, light, color, moisture and temperature, with a short mention of the so called Geobiology.

Besides the parameters that affect the physical health, the work also serves those that can influence the well-being and psychological health of the occupants, as the harmony of the forms, light, color, the sense of security, the introduction of natural vegetation in buildings or their integration in place, which positively influence the emotions and psychological health of the occupants and must be taken into account if what is sought is an architecture physically and mentally healthy.

INDICE

1. Introdução: a saúde no habitat construído.....	13
1.1. Análise histórica.....	15
1.2. Situação atual.....	17
2. Doenças causadas pelo habitat construído.....	21
2.1. A Síndrome do Edifício Doente.....	21
2.2. Doenças ambientais.....	22
2.3. A prevenção das doenças causadas pelo habitat construído.....	25
2.3.1. A qualidade do ar interior.....	25
2.3.1.1. Materiais de construção.....	31
a) Materiais contendo amianto.....	32
b) Materiais contendo chumbo.....	35
c) Materiais plásticos.....	36
d) Colas sintéticas.....	39
e) Tintas e vernizes sintéticos.....	39
f) Materiais para proteção de madeiras.....	41
2.3.1.2. Alternativas a materiais tóxicos.....	42
2.3.2. As radiações.....	43
2.3.2.1. A eletricidade.....	43
2.3.2.2. O eletromagnetismo.....	47
2.3.2.3. A proteção contra as radiações.....	56
2.3.3. A radioatividade.....	57
2.3.3.1. Fontes de radioatividade nos edifícios.....	59
2.3.4. A luz e a cor.....	64
2.3.4.1. Iluminação artificial saudável.....	64
a) Intensidade luminosa.....	64
b) Espetro cromático.....	65
c) Temperatura de cor.....	67
2.3.4.2. As lâmpadas fluorescentes compactas (CFL).....	68
2.3.5. Humidade e temperatura.....	69
2.3.6. Perturbações geológicas: a Geobiologia.....	72

3. Arquitetura e saúde psíquica.....	76
3.1. Felicidade e saúde.....	78
3.2. Beleza e emoção.....	79
3.3. Ordem, proporção e harmonia.....	82
3.4. O <i>Feng Shui</i>	85
3.5. A relação com o lugar.....	86
3.6. A relação interior/exterior.....	87
3.7. A luz e a cor.....	88
4. Conclusões.....	90
5. Referências.....	91
6. Índice de figuras.....	102
7. Índice de tabelas.....	105

1. INTRODUÇÃO: A SAÚDE NO HABITAT CONSTRUÍDO.

O conceito de “saúde”, em seu sentido mais amplo, é entendido não apenas como a ausência de doença, mas como um estado de bem-estar físico, mental, social e emocional.

O conceito de “habitat”, por sua vez, faz relação com o ambiente em que vivemos, trabalhamos e interagimos com os outros. Pode ser totalmente natural ou apresentar-se mais ou menos intervencionado pela ação humana, e que está intrinsecamente interrelacionado com inúmeros fatores de todos os tipos: o clima, a vegetação, a situação geográfica, a poluição, a geologia, os campos eletromagnéticos, a radioatividade, a legislação, os costumes sociais, etc.

Ambos os conceitos estão intimamente relacionados. A saúde das pessoas é determinada mais pelo seu estilo de vida e habitat que pela genética e infraestrutura de saúde do país.

Há casos bem documentados e conhecidos do público de relação entre determinados materiais de construção e doenças, como no caso do chumbo em tubulações de água ou do amianto nos isolamentos. Muitos são geralmente desconhecidos. Esta relação costuma demorar muito a ser aceita publicamente, pela pressão de lobbies industriais envolvidos, como aconteceu com os casos de chumbo, amianto, fumo do tabaco ou o uso irresponsável, às vezes, dos aparelhos de raios X. Hoje em dia, há uma luta silenciosa entre as empresas de telecomunicação e a comunidade de saúde pela poluição derivada das estações de telecomunicações, telefones celulares e sem fio, e redes wi-fi. Vários países e até mesmo o Conselho Europeu têm levantado a necessidade de abolir estes serviços nas proximidades de escolas e a proibição da sua utilização por menores, por exemplo.

No entanto, a grande maioria dos trabalhos técnicos de arquitetura esquecem completamente a saúde, tanto em termos de prevenção quanto às consequências negativas da construção inadequada. Livros de referência como o Neufert ignoram essas questões, fazendo apenas referências de natureza técnica à ventilação ou iluminação, e assim faz a generalidade dos manuais de patologias construtivas que incidem sobre problemas técnicos, sem mencionar a influência que pode ter sobre a saúde humana, a degradação dos materiais ou a presença de humidade, por exemplo.

A arquitetura, além de cumprir seus compromissos com a *utilitas*, *firmitas* e *venustas*, também deve garantir a qualidade da vida das pessoas que fazem uso dos edifícios, o que significa ter em mente uma série de considerações em relação à saúde no habitat: o uso da técnica bioclimática na concepção do projeto, a integração de fontes limpas e renováveis de energia e a utilização de materiais e técnicas bioconstrutivos, que levam à economia dos recursos naturais e ao baixo impacto ambiental, mas também à melhoria da habitabilidade dos espaços interiores: ambientes saudáveis, onde respirar ar limpo e renovado com temperatura e humidade adequadas e aproveitando ao máximo a luz natural, porque luz e cor também afetam nosso humor e nosso desempenho em um determinado espaço. Às vezes, simplesmente alterando as condições de luz, melhora-se a saúde dos habitantes de um prédio. É igualmente necessário facilitar o intercâmbio de humidade entre o interior e a atmosfera, permitindo à construção respirar.

Devemos também pensar que sempre que houver um problema de saúde, há um problema económico: primeiro, porque aumentam os gastos de saúde e os gastos sociais em matéria de pensões de invalidez; em segundo lugar, porque fica reduzida a produtividade das empresas e, em última instância, da sociedade: cada prédio cheio de trabalhadores com problemas de saúde é um prédio ineficiente, causador de altos índices de absentismo do trabalho. Segundo o Instituto Sueco para a Investigação de Edifícios, “edifícios saudáveis têm um efeito sobre a produtividade das empresas que pode chegar a 50%”. Em terceiro lugar, porque quando se constrói um edifício que é prejudicial à saúde, somos forçados a gastar dinheiro em equipamentos para combater o problema que um projeto pensado em termos de saúde poderia ter evitado, e eles são caros, barulhentos e terríveis para o meio ambiente; ou, materiais tóxicos podem precisar ser substituídos por outros saudáveis, tal como no caso conhecido do amianto em sede da União Europeia. Tudo é, eventualmente, muito mais caro do que uma escolha inicial correta de materiais e sistemas saudáveis.

Nenhum edifício pode ser abordado apenas desde aspetos técnicos, económicos ou estéticos. Se o objetivo final de qualquer edifício é acolher moradores, seja uma casa ou local de trabalho, deve ser assegurado que o prédio não afetará negativamente a sua saúde. Devemo-nos perguntar qual é o ponto de um edifício super-isolado ou equipado com o mais moderno conforto tecnológico se ele vai produzir para os ocupantes problemas de saúde.

1.1. Análise histórica.

A relação entre o ambiente construído e saúde é conhecida desde os tempos antigos. Uma vez que, no Neolítico, o homem deixou de ser caçador-coletor nômada e se estabeleceu em locais onde grandes populações humanas viviam com animais, muitas doenças antes desconhecidas passaram a partir deles para os seres humanos, transmitidas pelos animais da casa (sarampo, varicela, gripe ...) e ratos (peste, raiva ...). Essa nova realidade gerou já nos tempos antigos uma preocupação para obter espaços saudáveis para os seres humanos: prova disso é a rede sofisticada de cloacas e termas das antigas cidades romanas, ou o costume também romano de analisar o fígado das ovelhas para decidir a boa ou má saúde da terra. No Oriente, houve também especialistas para identificar áreas perturbadas, e as paredes eram orientadas segundo o campo magnético natural [1].

Já então contrastavam, também em termos de saúde, as casas dos ricos com as casas dos pobres. Diante da *domus* patricia, casas espaçosas com pátio interior, vegetação e ventilação abundante, a maioria da sociedade romana se aglomerava em *insulae* de vários andares e pequenas janelas em ruas estreitas, que provocavam problemas contínuos de saúde e segurança, levando a que o Imperador Augusto limitasse a altura a cerca de 25 m para reduzir as altas densidades construídas em Roma [2].

Durante a Idade Média, os mosteiros cristãos repetiram a concepção saudável da *domus*, como as medinas muçulmanas, que através de pátios introduziam nos edifícios vegetação, ar, luz e água [2].

As ideias de progresso e o grande crescimento populacional resultante da Revolução Industrial implicam novas ideias sobre higiene urbana, resultando em grandes operações de reforma como a Paris de Haussmann, com largas avenidas cheias de árvores e iluminação de ruas e edifícios [2].

O contraste ofensivo entre as áreas de produção e as áreas representativas irá incentivar o surgimento de utopias urbanas ao longo do século XIX, como as propostas de Sant Simon, Owen, Cabet, Considérant, Fourier, etc., geralmente, propondo alternativas á vida em cidades.

Do socialismo utópico vai-se passar ao socialismo científico, que analisa a cidade para dar respostas reais, ao invés de fugir dela. As críticas de Marx e Engels contribuem para resolver o problema de habitação dos trabalhadores e para o surgimento de higiene social, influenciando a legislação de planeamento do último terço do século XIX, como os *Public Health Acts* ingleses, e a introdução das casas de banho no início do século XX (Figura 1), que foi uma autêntica revolução da saúde [2].

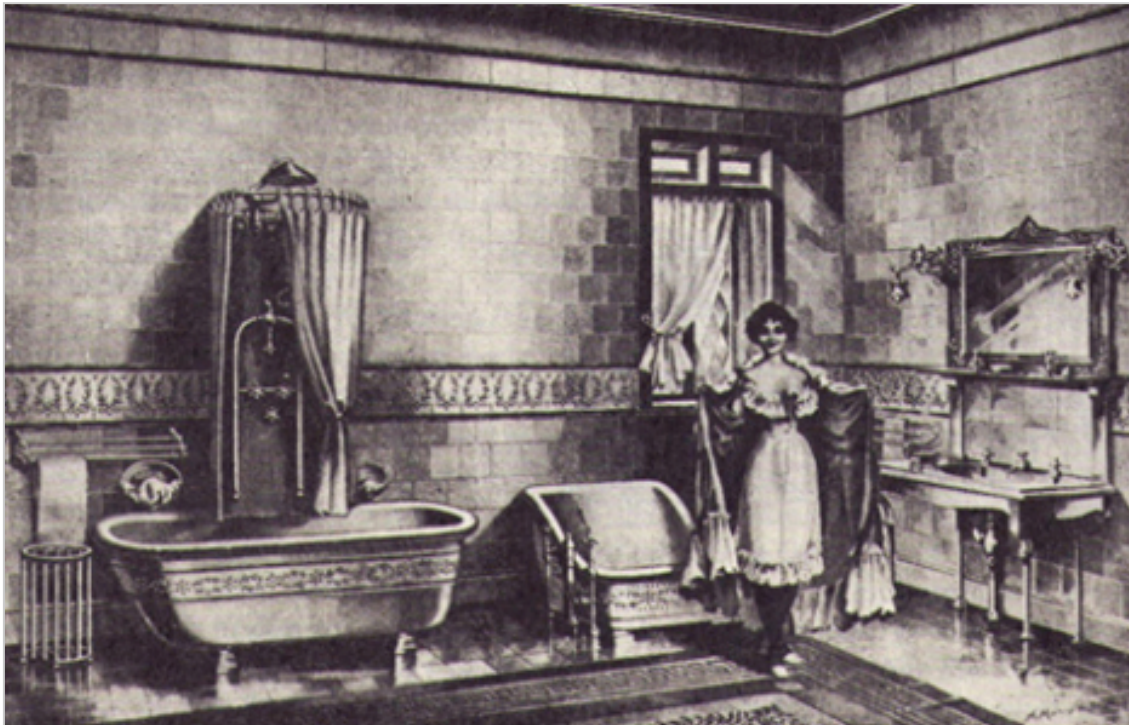


Figura 1: Casa de banho inglesa, 1901.

Durante este tempo, haverá alternativas “rurbanas”, que propõem a transferência das populações para o campo, mantendo as comunicações com a cidade, como a cidade jardim de Ebenezer Howard (1850-1928) ou a cidade linear de Arturo Soria (1844-1920), que irão ser os precursores do novo urbanismo do movimento moderno, que, rejeitando a extensão das alternativas “rurbanas”, propõe grandes edifícios multifamiliares rodeados por vegetação, o modo proposto por Le Corbusier ou Ginzburg [2].

As *prairie houses* de Frank Lloyd Wright (1869-1959), como a *Robie House*, abertas, luminosas, sem porões húmidos, tornam-se paradigmas de uma arquitetura que culmina na casa Kauffmann (1936) e será levada ao seu extremo nos edifícios sobre *pilotis* de Le Corbusier

(1887-1965) [2].

A arquitetura do Movimento Moderno também buscou a cura através da luz, ventilação, terraços, higiene e brancura, como demonstrado nos sanatórios antituberculosos de Purkersdorf (1903), por Josef Hoffmann, nos arredores de Viena; no Sanatório Antituberculosos de Paimio (1929-1933), por Alvar Aalto; e no Dispensatório Antituberculosos (1934-1938), por Josep Lluís Sert, no Raval, em Barcelona. Essa espacialidade pavimentou o caminho que seguiria a arquitetura moderna, impulsionada por grandes teóricos, como Sigfried Giedion no livro “Habitar liberado. Luz, ar e abertura” (1929), no qual ele afirma a importância da relação interior-exterior, ou como Le Corbusier, através de sua arquitetura e discursos mediáticos como “Ar, som e luz”, empregue na Acrópole de Atenas, em 1934, que defendia a necessidade do uso de fachadas de vidro, vidros duplos e ventilação artificial [3].

Na segunda metade do século XX, com a propagação de grandes escritórios e edifícios comerciais, ficou claro mais uma vez que sistemas construtivos herdeiros do Movimento Moderno também podem causar problemas de saúde. O uso indiscriminado de ar condicionado, juntamente com materiais de construção tóxicos e ventilação insuficiente, resultou no que veio a ser chamado de “síndrome do edifício doente”. E, em seguida, ao adicionar a eles a generalização das redes elétricas e de telecomunicações, o resultado foi um aumento em doenças mentais e físicas causadas por edifícios e até mesmo o desenvolvimento de uma série de novas doenças ambientais, tais como fibromialgia, síndrome da fadiga crônica, síndrome de hipersensibilidade química ou síndrome de hipersensibilidade eletromagnética [4, 5, 6].

1.2. Situação atual.

Atualmente, a especialidade de Arquitetura a estudar os efeitos nocivos que os edifícios podem ter sobre as pessoas e como os minimizar é muitas vezes chamada Bio-arquitetura ou Bio-construção, embora o uso dos termos varie de um país para outro, a prova de que a disciplina não está de todo resolvida. Na Alemanha, por exemplo, um dos países pioneiros na arquitetura ecológica e saudável, é chamada *Baubiologie* (biologia da construção). Em países de língua inglesa, *Healthy Construction* (construção saudável).

Tem-se escrito extensivamente sobre arquitetura ecológica, mas muito menos sobre arquitetura saudável. A Bio-arquitetura é diferente da Eco-arquitetura, Arquitetura Ecológica ou *Green Architecture* na medida em que essa coloca a ênfase no respeito ao meio ambiente, enquanto a primeira o faz no que diz respeito à saúde humana. Embora na maioria dos casos, as soluções ambientalmente amigáveis coincidem também ser favoráveis à saúde, em outras ocasiões, ambas as soluções são opostas. Por exemplo, a fim de economizar energia, tem sido negligenciada na maioria dos casos a ventilação suficiente de edifícios, com o conseqüente aumento de doenças causadas pela má qualidade do ar interior, ou optou-se por usar lâmpadas de consumo baixo, mesmo que elas contenham mercúrio, sendo tóxico se quebrado, e muitas vezes fornecem espectros de luz mais incompletos do que as lâmpadas convencionais, com conseqüências negativas para a saúde dos usuários, pelas duas razões. Em outras ocasiões, no espírito da reciclagem, foram utilizados certos resíduos industriais para a construção, resultando que eles continham altos índices de radioatividade prejudicial para as pessoas, como com critérios ecológicos é defendido o uso de aparelhos de cogeração de energia solar, independentemente da radiação eletromagnética que eles podem gerar [1]. Há ainda materiais naturais, como pedra, que podem conter substâncias radioativas. Nestes casos de conflito, a saúde humana deve ter precedência sobre a economia de energia.

A Bio-arquitetura estuda a influência sobre a saúde do ar interior, a temperatura, a humidade ou a luz solar, mas também a radiação eletromagnética, a cor ou a vegetação, tanto na saúde física como na mental. A ventilação desempenha um papel fundamental, não só para limpar o ar, mas para eliminar as cargas positivas elétricas que se acumulam (ionização) e o gás radão, um agente radioativo natural do subsolo. Da mesma forma, a água presente nos sistemas

de água pode ser poluída, devido à presença do chumbo, cloro e radão. O caso da luz solar é especialmente importante: é necessário que o sol penetre nos lares e nos locais de trabalho para evitar a falta de vitamina D, que, entre outros, é fundamental para a prevenção da osteoporose e para evitar problemas psicológicos [7].

Junto com os aspetos físicos da saúde, devemos considerar também os aspectos psicológicos, que também afetam a saúde humana. A arquitetura afeta-nos emocionalmente: a luz, as cores, a localização, os sons e a presença de vegetais são fatores tão importantes para alcançar uma influência benéfica da construção na saúde, tais como ventilação ou proteção contra a radiação. No Oriente, alguns desses fatores são integrados em um corpo de conhecimentos chamado *Feng Shui*, que muitas vezes é visto com ceticismo no Ocidente, mas possivelmente deveria ser tratado com maior atenção. A medicina tradicional chinesa também foi considerada com o mesmo ceticismo e, gradualmente, tem ocupado o lugar que merece. Não é de surpreender que a circulação sanguínea foi descoberta por ela 1.300 anos antes da ocidental, ou como a ressuscitação cardio-pulmonar, por exemplo, que agora parece tão comum e muitas vidas foram salvas, chegou igualmente a partir desta ciência oriental [8].

Todos os fatores que cercam o design de edifícios saudáveis são fundamentais, uma vez que do nível de saúde que retire a pessoa do habitat depende a sua estabilidade física, mental e social. No entanto, esses critérios não são geralmente considerados nos estudos universitários de Arquitetura. Na melhor das hipóteses, haverá alguma unidade curricular optativa ou um grau de mestrado, mas nunca uma integração adequada desse conhecimento em todas as disciplinas. Além disso, existem poucos livros de referência sobre o assunto, embora começa a haver muitas conferências (Figura 2) e sites dedicados ao assunto, geralmente liderados por equipas multidisciplinares de arquitetos e outros profissionais como engenheiros, geólogos, biólogos e médicos. Esta situação mostra que a formação nesta área é adquirida pelos arquitetos, geralmente, *a posteriori*, na fase profissional, o que significa ter dedicado vários anos a aprender a construção convencional durante o curso para, em seguida, “desaprender” e reaprender de novo a partir de uma perspectiva mais saudável, aprendizagem que, por outro lado, exige um esforço investigador pessoal ao arquiteto, de modo que este conhecimento, na prática, atinge apenas uma pequena minoria, quando a verdade é que a consideração de saúde no habitat como premissa geral de trabalho, faria possível atingir espaços muito mais agradáveis e saudá-

veis para as pessoas, eficientes para as empresas e a sociedade e que respeitam o meio ambiente.

Organitzat per:






II Congrés d'Arquitectura i Salut

Ciutats intel·ligents i saludables
 Vivim en ciutats intel·ligents i saludables?
 Apostem per innovar sense perdre de vista els coneixements de la tradició?
 Modera: **Tomàs Molina**
 Conferència: José Luís Oyón
 Taula rodona: Antonio Scotti Coque Claret David Pàmpols

20 i 21 de juny de 2013

L'ambient interior dels edificis
 Com millorar el benestar i confort?
 Modera: **Ana Macpherson**
 Conferència: Carles Labèmia
 Taula rodona: Albert Cuchí Toni Pericó Mireia Mas Ivet Compañó

Nous paradigmes en l'arquitectura
 Com crear espais que fomentin el benestar i la salut?
 Modera: **Pilar Sampietro**
 Conferència: Elisabet Silvestre
 Taula rodona: Joaquim Fernández-Sola Valentina Maini Àngels Canadell

Arquitectura, salut i ètica
 On són els límits, qui els posa?
 Modera: **Eduard Sanjuán**
 Conferència: Marc Antoni Broggi
 Taula rodona: Ada Colau Itziar González Jaume Cortés

www.coac.net/aus

INSCRIPCIONS (IVA inclòs)

Preus base:	
Generals	65
Socis agrupacions COAC, associacions organitzadores, estudiants, jubilats i aturats	40



Més informació:
auscatalunya@coac.net

Sala d'actes del COAC
 Plaça Nova, 5 - Barcelona
 Congrés en castellà

Amb la col·laboració de:













Figura 2: Cartaz do 2º congresso de arquitetura e saúde, Barcelona, 2013.

2. DOENÇAS CAUSADAS PELO HABITAT CONSTRUÍDO.

2.1. A Síndrome do Edifício Doente.

Durante anos, tem-se muitas vezes construído sem considerar os efeitos sobre a saúde, embora, já em 1984, a Organização Mundial da Saúde disse que um em cada três edifícios no planeta pode ser prejudicial. É o que é conhecido como "síndrome do edifício doente". A OMS define como o conjunto de desconfortos e doenças sofridas por pessoas que vivem em um edifício causadas por má ventilação, descompensação de temperatura e humidade relativa do ar, condições de iluminação pobres, barulho excessivo, cargas iónicas e eletromagnéticas, partículas em suspensão, gases e vapores de origem química [9, 10].

Os efeitos são variados e de intensidade diferente, de irritação ocular ou das vias aéreas a mal-estar, sonolência ou insónia. Mas podem ser produzidas doenças mais graves, como hipersensibilidades, esterilidade, mutações genéticas ou cancro. Estima-se que 10% dos cancros de pulmão são causados pela qualidade do ar dentro das casas. No caso de produtos químicos tóxicos presentes em os materiais de construção e mobiliário, produtos ou purificadores de ar e de limpeza, o problema está em autorizar o marketing sem ter devidamente testado, e é apenas após o facto, quando é mostrado que são prejudiciais, quando começa a luta para a retirada, o que normalmente leva anos. O caso do amianto é instrutivo: levou décadas desde que foi demonstrada a sua toxicidade, até que finalmente foi proibido o seu uso na construção civil, que ainda não fez dez anos. E, apesar disso, ele ainda é produzido e utilizado em países como Canadá, China e outros [11].

Em muitos casos, não há nenhum efeito direto e imediato entre as causas e as doenças que são acionadas, mas sim mecanismos indiretos de reação do corpo, muitas vezes acumulando pequenas doses de origens diferentes mesmo, que se acumulam no organismo ao longo do tempo (bioacumulação), portanto difíceis de provar [11].

Estudos recentes em Espanha, mostram que 30% dos edificios modernos têm essa síndrome do edifício doente. Neste sentido, o *Centro Nacional para las Condiciones de Trabajo* (no âmbito do *Ministerio de Trabajo*), determina em Nota Técnica [12] os fatores mais citados

como responsáveis, quais sejam:

- Agentes químicos: formaldeído, compostos orgânicos voláteis (COV's), poeira, fibras, CO, CO₂, óxidos de nitrogénio, ozono ...

- Agentes biológicos: bactérias, fungos, esporos, toxinas, ácaros.

- Agentes físicos: iluminação, ruído, vibrações, ambiente térmico, humidade relativa, ventilação.

- Agentes psicossociais: organização do trabalho, promoção, relações interpessoais, controle das condições ambientais ...

A mesma nota técnica descreve os principais sintomas resultantes da síndrome do edifício doente: irritação dos olhos, nariz e garganta; secura da pele e mucosas; eritema cutâneo; fadiga mental; sonolência; dor de cabeça; maior incidência de infecções das vias respiratórias superiores; dificuldade respiratória; chiado, ronco, sibilância; asma; disfonia; tosse; alterações do gosto e do cheiro; náuseas.

2.2. Doenças ambientais.

Além dos sintomas acima, também pode-se referir outras condições menos estudadas e cada vez mais comuns, como alergias e hipersensibilidades desenvolvidas pela exposição prolongada a substâncias químicas ou campos eletromagnéticos, bem como a lista crescente de adições ao inventário de doenças (incluindo âmbitos tão higiénicos como um escritório): alergias, asma, sensibilidade química múltipla, hipersensibilidade eletromagnética, fibromialgia, fadiga crónica (encefalomielite miálgica), esterilidade e até doenças fatais, como a fibrose pulmonar (asbestose) e vários tipos de cancro.

Ambas as alergias e doenças asmáticas revelam geralmente uma reação exagerada do nosso organismo na presença de uma substância específica, denominada alergénio, ante o qual se reage produzindo anticorpos. Esta reação é provocada por pequena que seja a presença do alergénio no meio ambiente, e pode gerar inflamação, inchaço, comichão, eczema, asma, tosse, asfixia, etc. Entre as substâncias que produzem alergia são os ácaros, alguns fungos, pólen, muitos produtos químicos, medicamentos, gases e muitos outros que, para a maioria das pessoas “não-sensíveis” não produzem qualquer reação. Os hábitos dietéticos, stress e mudanças

ambientais fomentam o desenvolvimento de alergias, que afetam mais e mais pessoas à medida que entram no nosso habitat contaminação do ar, da água e alimentos e muitas novas substâncias químicas, coincidindo com formas de vida pouco naturais e saudáveis [7].

A sensibilidade química múltipla, por exemplo, é uma patologia detetada a partir dos anos cinquenta, que provoca respostas anómalas contra numerosas substâncias químicas sintéticas, mesmo com níveis muito baixos de exposição a tóxicos normalmente tolerados pela população, causada por diversos fatores: produtos químicos, perfume e purificadores de ar, fumos, metais, pó, alguns móveis, o papel ou os edifícios novos. Pode causar bronco espasmo, nariz entupido, dor ou compressão de garganta, dor torácica, dor abdominal, dermatite, arritmias, problemas gastrointestinais, intolerâncias alimentares, dores musculares e articulares, debilidade, fadiga extrema, astenia, dificuldade respiratória, náuseas, dispneia, disfagia, dores de cabeça e enxaquecas, irritação nos olhos e comichão, visão turva, problemas neuro-cognitivos, problemas de memória e comprometimentos orgânicos, que afetam fígado, metabolismo da porfirina, sistema imunológico, sistema nervoso e desconforto nas articulações. Ela não é reconhecida pela OMS na Classificação Internacional de Doenças (CID-10) como uma patologia orgânica causada pela exposição a agentes químicos, mas é reconhecida por países como a Alemanha, Japão e Áustria (Figura 3) [13]. Alguns desses problemas também podem ser causados por certos microrganismos que se desenvolvem em ambientes húmidos [14].

Os efeitos das radiações ionizantes como raios X sobre a saúde são atualmente bem conhecidos, existindo protocolos rigorosos de proteção para a gestão dessas instalações. No entanto, não fica longe o tempo em que qualquer médico tinha instalado em seu escritório privado um desses dispositivos, sem qualquer proteção para ele ou para os seus vizinhos, seus pacientes submetidos a doses de radiação muito excessivas para os padrões atuais.

Os efeitos da radiação eletromagnética não ionizante sobre a saúde também estão sendo estudados nos últimos tempos. Tal como nos casos de sensibilidade química, em relação a radiação, também há pessoas muito mais sensíveis do que outros, o que geralmente leva essas pessoas hipersensíveis a uma substância ou radiação, a enfrentarem a incompreensão dos outros, ao invés de tirar proveito de sua sensibilidade particular como um alerta à população em geral [7]. Todos sabemos que antigamente era comum para os mineiros ter aves nas minas, a

fim de detetar emanações de gás grisu, por serem elas muito mais sensíveis, permitindo aos homens evacuar a mina ante níveis de toxicidade prejudiciais para elas. O mesmo se aplica para as panelas de Teflon, que emanam gases tóxicos que são letais para as aves, mas são inalados diariamente pelas pessoas, o que foi tido em conta, entre muitos outros dados, para a muito recente inibição do produto.

Há pessoas que são hipersensíveis à eletricidade ou campos magnéticos de baixa frequência emitidos pelos aparelhos elétricos da casa, sofrendo crises nervosas ou dores de cabeça, que lhes obrigam a desligar a instalação ou abandonar o lugar [7]. O facto de que outras pessoas não detetem essa radiação não significa que eles não estão a ser afetados, especialmente, as crianças. Alguns cientistas alertam que qualquer dose de radiação que ultrapassa o limite natural pode vir a ser prejudicial ou causar alterações biológicas. Nossa atividade metabólica é regida não só por processos bioquímicos, mas também por pequenos processos elétricos, magnéticos e radioativos que apenas estamos começando a entender. De acordo com Bardasano, do Instituto de Bioeletromagnetismo da Universidade de Alcalá de Henares (Espanha), temos ainda magneto recetores sensíveis a qualquer variação natural ou artificial do campo magnético da Terra. Todos estes processos podem ser influenciados pela radiação ambiental [7, 5]. Alguns estudos estimam que 10% da população tem hipersensibilidade à poluição elétrica. Em alguns países nórdicos é considerada como uma possível causa de incapacidade para o trabalho [15, 6].

A fibromialgia e a síndrome da fadiga crónica (encefalomielite miálgica) também têm sido associadas à radiação eletromagnética, bem como com toxinas ambientais [16].

La sanidad frente a las enfermedades ambientales

Fibromialgia
Síndrome de Fadiga Crónica / Encefalomiélitis Miálgica
Síndrome Químico Múltiple
Electrohipersensibilidad

POLÍTICAS NACIONALES E INTERNACIONALES EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN, ORIGEN, DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES AMBIENTALES EMERGENTES.

Lunes, 7 de mayo de 2012 Hospital Ramón y Cajal de Madrid

Organiza:
Fundación para la Salud Geoambiental
UN SER VIVO. UN ENTORNO SANO

instituto ramón y cajal **irycis**
de investigación sanitaria

Hospital Universitario Ramón y Cajal
SaludMadrid Comunidad de Madrid

Colabora:
Plataforma Nacional FM · SFC · SQM

Figura 3: Cartaz da jornada de doenças ambientais, Madrid, 2012.

2.3. A prevenção das doenças causadas pelo habitat construído.

Por algum tempo, os diferentes países estão implementando medidas para evitar a propagação dessas doenças. Vários parâmetros podem ser controlados e legislados: a qualidade do ar, a toxicidade dos materiais, a presença de radiação, o grau de humidade, a incidência de luz natural, etc. O maior problema é estabelecer valores de referência que podem ser tolerados por parte dos utilizadores dos edifícios, para os que não há consenso científico e que, portanto, eles são completamente diferentes em cada país, dependendo, em cada caso, do poder dos lobbies industriais e da sensibilização pública do país em causa: por exemplo, os níveis de exposição ao formaldeído no ano de 1992 foram de 0,3 ppm, nos Estados Unidos, 2 ppm no Reino Unido e de 5 ppm em Espanha, ou seja, um limiar mais de 16 vezes menor [7]. E ainda, em países onde estas competências são alocadas aos governos regionais, os critérios são diferentes em cada região: em Castela, por exemplo, a legislação é mais restritiva do que o dobro da Catalunha. Um dos países mais permissivos é América, depois que um dos menos permissivos, de forma interessante, é a China, onde é mesmo exigido aos fabricantes de materiais de construção indicarem o grau de radioatividade presente em cada material.

Os principais parâmetros que podem ser monitorados para evitar problemas de saúde em edifícios são:

2.3.1. Qualidade do ar interior.

A qualidade do ar foi um dos primeiros fatores a serem considerados pela Bioarquitetura, e continua a ser a principal causa da síndrome do edifício doente. A presença de fumo do tabaco e da combustão, produtos químicos orgânicos e inorgânicos, fibras artificiais, poeira, pólen, mofo, fungos, bactérias e vírus frequentemente produzem irritação dos olhos, dessecamento da garganta, resfriados, dores de cabeça, sinusite, tosse, fadiga e alergias em ocupantes [7].

De acordo com um estudo realizado pela EPA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA), as pessoas nos países desenvolvidos gastam entre 80% e 90% do seu tempo encerrados dentro de espaços interiores. Sabe-se que a qualidade do ar urbano é diferente da de uma área

rural ou à de uma área isolada em plena natureza, mas a qualidade do ar interior de um edifício depende mais de fatores intrínsecos ao interior do que de fora dela [7].

A presença de indústrias poluentes ou de tráfego afetam a contaminação atmosférica externa: monóxido de carbono, ozono, dióxido de enxofre, presentes em maior concentração nos espaços externos, são riscos para a saúde óbvios, mas assim são outros menos óbvios e muito mais comuns no ar interior nos edifícios: o fumo do tabaco, os solos de estacionamento com ventilação e circulação de ar ineficiente, as zonas de acumulação de gases derivados da combustão de sistemas de aquecimento, o gás radão do terreno, as partículas ou compostos orgânicos voláteis destacadas das pinturas, adesivos, esmaltes, agentes de impregnação, revestimentos, espumas de poliuretano, o formaldeído liberado pelos móveis de aglomerado e laminados de madeira, certos tipos de carpetes, tapetes e cortinas de materiais sintéticos expostas ao sol, substâncias químicas presentes em produtos de limpeza, tais como solventes, detergentes, pesticidas, purificadores de ar, repelentes, ceras e cosméticos, especialmente aerossóis, todos eles introduzem compostos tóxicos no ambiente interior que podem causar problemas de saúde e daí que deveríamos utilizar alternativas de “química verde” ou não-tóxica, não só para a escolha de materiais durante a construção do edifício, mas também para a manutenção posterior (tintas, vernizes), itens de decoração, até mesmo produtos de limpeza e os cosméticos que vão ser introduzidos no ambiente. Os materiais de construção, revestimentos e equipamentos são responsáveis por até 40 % de contaminação interna de um edifício, enquanto os sistemas de aquecimento, ar condicionado e ventilação lançam em ambientes internos vírus, bactérias, pólen e fungos, como a Legionella. O ar dentro de casa pode ter de duas a cinco vezes mais concentração de poluentes do que o lado de fora, tanto em residências como em escritórios ou escolas [7].

Já na década dos anos trinta do século passado nos Estados Unidos, foram estudados os índices de exposição biológicos (*biological exposure indices, BEI*) e também foram estabelecidos valores limites máximos (*threshold limit values, TLV*) que ainda estão atualizados e são usados como guias para o controlo de riscos à saúde [17]. Os TLVs referem-se às concentrações de substâncias que se encontram no ar abaixo das que se crê que não há nenhum efeito adverso sobre a generalidade das pessoas expostas numa base diária, mas podem afetar as pessoas mais sensíveis ou agravar a condição das pessoas já afetadas pela doença [7].

Um dos materiais de construção, cujos efeitos poluentes são mais conhecidos é o amianto, um mineral fibroso de alta resistência, que foi utilizado durante anos para produzir, entre outras coisas, retardadores de fogo, isolamentos e mesmo algumas tintas. Também é encontrado em elementos de ar condicionado e calefação e como proteção de estruturas de aço. Ao deteriorar-se, as suas fibras introduzem-se nos pulmões, causando fibrose pulmonar (asbestose) e cancro de vários tipos [11].

Os hidrocarbonetos, procedentes do petróleo, estão em tintas, dissolventes, plásticos, pisos, móveis, etc., de onde eles passam para o ar como compostos orgânicos voláteis (COV's), que afetam o sistema respiratório, causando irritações na pele e nos olhos e mesmo náuseas, dores de cabeça, distúrbios do sistema nervoso central e periférico e, em doses elevadas, o cancro. Um hidrocarboneto muito contaminante é o benzeno (C₆H₆), um composto orgânico presente no petróleo que é muito tóxico. A maior parte do benzeno presente no ambiente vem de refinarias de petróleo e escapes de veículos, mas também de produtos químicos como decapantes ou de limpeza, fumo do tabaco, algumas fibras sintéticas e plásticos. Ele produz irritação nas vias respiratórias e, em doses elevadas, danos no sistema nervoso central, ataca o sistema imunológico e produz cancro, principalmente leucemia [7].

O formaldeído (H₂CO) é outra das mais proeminentes toxinas ambientais. É um gás incolor com um odor pungente que é encontrado em muitos produtos, inclusive materiais de isolamento, mobiliário de escritório de aglomerado, contraplacado de madeira, pesticidas, tintas, papel, fibras sintéticas, nylon e outros produtos têxteis. Os seus níveis de emissão aumentam com a temperatura: a baixos níveis, de 2-3 partes por milhão, produz irritação dos olhos, nariz e garganta; de 4-5 ppm, espirros, problemas de pele e da perda de memória; de 10-20 ppm, problemas respiratórios graves e queimaduras nos olhos, nariz e garganta. Ele também provoca distúrbios do sono, dificuldade de concentração, náuseas e distúrbios menstruais [7].

O tricloroetileno (C₂HCl₃) encontra-se em produtos desengraxantes, decapantes e aerossóis para o arranque dos motores húmidos. É tóxico por inalação, produzindo então sonolência ou efeito narcótico, e em altas doses pode causar problemas nos rins, fígado, baço, alterações nervosas e paragens cardíacas [7].

O fumo do tabaco é outra das principais causas de poluição do ar interior, já foram banidos na maioria dos locais públicos em muitos dos países ocidentais, mas ainda não na casa, embora nelas vivam crianças, o que é um ataque claro à sua saúde, causado geralmente por seus próprios pais. Além de liberar as toxinas próprias dos cigarros e da sua combustão, tal como benzeno, tem o efeito de aumentar os efeitos prejudiciais de outros produtos químicos presentes no meio ambiente, assim como reduz os mecanismos de defesa do corpo contra substâncias tóxicas [7].

O ozono (O₃) é um gás presente nas camadas superiores da atmosfera, que é essencial para a vida na Terra, porque oferece uma proteção contra as radiações ultravioletas mas é corrosivo e perigoso à superfície terrestre, por ser muito reativo na presença de outras substâncias. Os ozonizadores de ar, populares no passado pelo seu efeito purificante e antibacteriano, são atualmente proibidos na maioria dos países, uma vez que o ozono pode produzir irritação grave das membranas mucosas, olhos, garganta e nariz com apenas 0,1 ppm, doses que podem ser superadas por uma máquina de fotocópia ou aparelhos ionizadores de baixo custo, que baseiam a sua operação em descargas elétricas de milhares de volts em fase negativa que quebram as moléculas no ar, produzindo ozono. Com exposições de 1 ppm, pode causar espirros, danos nos pulmões, dores de cabeça e fadiga extrema, e também tem sido associado com a senilidade precoce. Está presente em sistemas de ar condicionado para amolecer o ar e dar-lhe um cheiro agradável, devendo ser evitado [7].

O monóxido de carbono (CO) é um gás incolor e inodoro que é produzido a partir de processos de motores de combustão, fogões, caldeiras, sistemas de aquecimento, etc. Em caso de inalação é tóxico e até mesmo letal, e devemos evitar a sua acumulação em espaços como garagens e estacionamentos [7].

Além de CO, os sistemas de aquecimento por combustão emitem outros poluentes, dependendo do tipo de combustível utilizado: substâncias sólidas, óxidos de enxofre e nitrogênio, anidridos, materiais e ácidos orgânicos que viciam o ar interior, devendo ter instalações de descarga de gás [7]. No entanto, ainda hoje são usados no interior das casas fogões de butano sem um escape.

O gás radão (Rn) é um agente radioativo natural que procede do subsolo, que também se acumula nos ambientes fechados com pouca ventilação de ar em quantidades de até 5.000 vezes maiores do que do lado de fora, medida em habitações na Suécia e na Finlândia, afetando a saúde das pessoas [7].

Os produtos químicos de higiene e limpeza (detergentes, purificadores de ar, desinfetantes) são também, paradoxalmente, uma enorme fonte de contaminação do ar no interior dos edifícios. Alguns carecem de nocividade ou efeitos secundários conhecidos, enquanto outros são riscos reais para a saúde. Os detergentes para a roupa e lava-louças são em grande parte responsáveis pela eutrofização de rios e lagos, resultando que eles costumam apresentar-se como ecológicos quando não contêm fosfatos, independentemente de outros resíduos tóxicos para o ambiente ou as pessoas. Os desinfetantes da sanita e armários contêm formaldeído e tricloroetileno entre outros. Os limpadores de forno contêm sódio, potássio e amónio. Os purificadores, paradichlorobenzeno. Em pessoas, estes produtos podem causar eczema, conjuntivites e alergias, queimaduras na pele, intoxicação, tontura e vômito, sendo alguns destes compostos cancerígenos em altas doses. Existem alternativas à limpeza química inofensivas à saúde como certas essências vegetais com efeitos purificantes, o sabão, cera de abelha, produtos de fermentação láctica, vinagre ou carbonato de sódio [7].

Há uma solução económica, ecológica e estética para muitos dos problemas de poluição do ar por produtos químicos tóxicos, tão simples como a introdução de plantas em edifícios. A NASA, afetada pelos mesmos problemas do edifício doente na estação espacial Skylab, que está cheia de materiais tóxicos sem ventilação possível, tendo identificado 107 COV's no ar interior [18], realizou uma pesquisa sobre a purificação do ar por mais de vinte anos e já publicou resultados sobre os efeitos descontaminantes exercidos por muitas plantas, demonstrando que algumas delas chegaram para remover vários dos mais perigosos tóxicos como benzeno, formaldeído e tricloroetileno, que são absorvidos pelas plantas através de microporos presentes na parte inferior das folhas, metabolizados pelas raízes e integrados nos processos alimentares das plantas, com resultados tão surpreendentes como em 24 horas, a aloé vera eliminou 100% do formaldeído num espaço fechado, margarida reduziu 80% de benzeno e açucena 50% de tricloroetileno. Outras plantas purificantes são o filodendro, a foto variegada e a planta de milho, que eliminam o formaldeído; a hera inglesa, que remove benzeno; gérbera e lírio, que eliminam tri-

cloroetileno e benzeno; e crisântemo, a flor nacional do Japão, que remove os três compostos simultaneamente (Figuras 4 e 5) [7].



Figura 4: NASA BioHome.

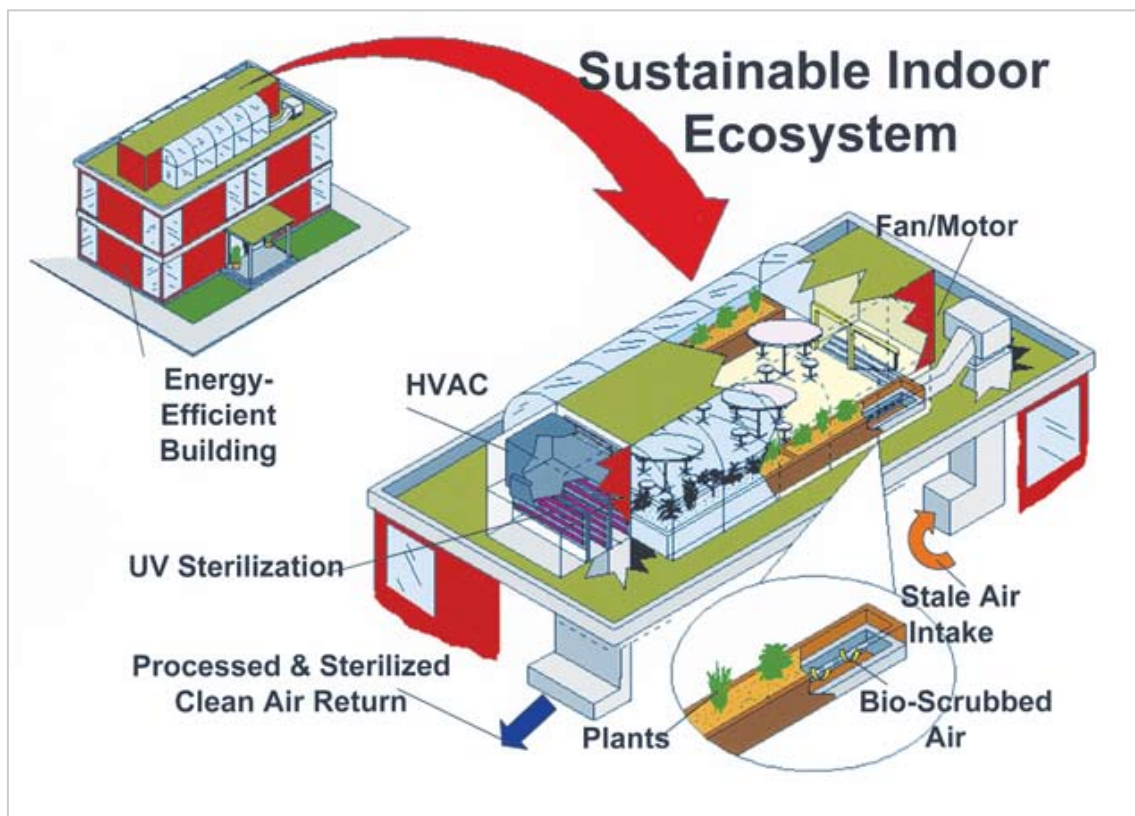


Figura 5: Sustainable Indoor Ecosystem. Wolverton Environmental Services, Inc.

Além dos materiais, a atividade no espaço, o número de ocupantes, luz, temperatura e umidade relativa do ar afetam a qualidade do ar interior, mas assim como outros fatores menos estudados, como a ionização do ar, os campos elétricos e eletromagnéticos e a radioatividade. Por estas razões, os intercâmbios e a renovação do ar interior devem ser constantes. O grau

de conforto biológico de um edifício apenas será ótimo quando estes fatores são consistentes com as necessidades biológicas dos ocupantes. Mas, muitas vezes, esses fatores são contrariados por fatores práticos ou medidas de poupança de energia, que muitas vezes envolvem a vedação completa dos edifícios em detrimento da ventilação. Enquanto casas mais antigas em climas amenos, o ar é renovado uma vez a cada hora, em edifícios modernos, a renovação pode levar cinco ou seis horas, com o conseqüente aumento da concentração de poluentes. O equilíbrio entre a qualidade do ar e a economia de energia depende muito do clima e localização geográfica do prédio, mas existem modernos sistemas bioclimáticos passivos que permitem resultados muito satisfatórios, que podem ser combinados, em zonas não muito quentes ou muito frias, com sistemas mecânicos de recuperação térmica. Além desses sistemas, é essencial a utilização de materiais porosos, que permitem a respiração adequada dos edifícios, tais como argila, pedra, tijolo, madeira, argamassa de cal e areia, gesso ou tintas minerais de silicato, cujos microporos evitam a penetração de água do lado de fora, mas permitem o trânsito do vapor de água [7].

2.3.1.1. Materiais de construção.

Um dos principais responsáveis da má qualidade do ar interior nos edifícios modernos, como vimos, é a toxicidade dos materiais de construção. Ao contrário das construções dos nossos antepassados, que foram feitas com materiais naturais, os edifícios contemporâneos contêm uma variedade de materiais artificiais, produtos químicos e metais pesados [19].

Alguns destes materiais lançam para o ambiente uma grande quantidade de agentes tóxicos durante o processo de fabricação, tais como organoclorados (dioxinas e furanos), ftalatos e compostos orgânicos voláteis (COV's), sendo prejudiciais à saúde [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28], causando graves efeitos poluentes no ar e nas espécies aquáticas e contaminando toda a cadeia alimentar [29, 30, 31], além dum aumento no efeito de estufa, sendo também bioacumuláveis nos organismos vivos. Análises químicas realizadas em golfinhos do Pacífico Norte revelaram concentrações de dioxinas entre 13-37 milhões de vezes superiores a água do mar [31, 32].

Além da contaminação produzida durante seu processo de fabricação, estes materiais continuam a liberar substâncias químicas, contaminando o ar dentro dos edifícios. A redução da ventilação em busca de economia de energia ajuda a aumentar a concentração destes tóxicos, agravando seus efeitos na saúde [33, 34, 35] e até mesmo a água que bebemos, causando aos seus habitantes problemas de saúde como dores de cabeça e mal-estar generalizado, irritação da pele, olhos e vias respiratórias, distúrbios cardíacos, digestivos, dos rins e do fígado, problemas no sistema nervoso como perturbações da memória, atenção, concentração e fala, stress e ansiedade, distúrbios do sistema hormonal (problemas fetais e de reprodução), desenvolvimento de cânceros das fossas nasais, dos seios frontais e pulmões, problemas de comportamento, redução da capacidade intelectual em crianças e até mesmo morte de milhares de pessoas por envenenamento por chumbo [36], asbestose e cancro [19].

Existem alternativas para materiais tóxicos. Eles são geralmente um pouco mais caros para o construtor, mas são infinitamente mais baratos para a sociedade considerando os custos de saúde que podem poupar: o absentismo, o tratamento de doenças ocupacionais, pensões por deficiências resultantes de doenças, etc. Se fosse forçado a empresas de construção civil, como acontece em outros âmbitos, a informar o público sobre o grau de toxicidade dos materiais utilizados em cada edifício, provavelmente seria o próprio público que exigiria a utilização de materiais menos contaminantes, mesmo à custa de um ligeiro aumento nos preços das casas. É algo similar à diferença entre as roupas feitas de tecidos e corantes naturais ou artificiais, ou entre alimentos de produção ecológica ou com aditivos artificiais: em geral, os benefícios económicos para as opções artificiais não compensam o seu pior desempenho a partir do ponto de vista da saúde. Provavelmente, algumas pessoas optariam pela solução mais económica, mas muitos iam escolher a mais saudável. O importante é ter o conhecimento para escolher.

a) Materiais contendo amianto.

O amianto é um mineral composto por silicatos metamórficos [37].

Segundo o Dec-Lei 226/2007 de 24 de Julho, o amianto compreende as fibras mineiras com um comprimento de 5 micrómetros e diâmetro inferior a 3 micrómetros, do grupo da Serpentina (crisólito) ou de grupo das Anfíbolos (actinolite, grunerite (amosite), antofilita, crocidolite).

lite e tremolite. Essas fibras também são chamadas “asbestos”. Na construção é usado como isolante térmico e anti-fogo e para a produção de painéis de fibrocimento, apresentando características à prova de fogo, de alta resistência à tração, facilidade para ser tecido e um baixo custo, entre outras [19].

Desde os anos 60, vários estudos relacionaram o amianto com várias doenças profissionais. Inicialmente, considerou-se que apenas algumas fibras produziam mesotelioma (cancro do revestimento mesotélio do pulmão pelo que a maior parte dos doentes morre em menos de 12 meses após o diagnóstico) [38, 39, 40], mas continuou a ser utilizado ilimitadamente na Europa até a Diretiva 83/477/CEE, que estabeleceu alguns limites, e que não foi transposta para a lei portuguesa até o Dec-Lei 284/89 de 24 de Agosto, seis anos mais tarde, seguido pela Diretiva 91/382/CEE, que agravou os limites [19].

Outras investigações feitas entretanto mostraram que todas as fibras de amianto apresentam potencial cancerígeno, quer como asbestose (lesões do tecido pulmonar causadas por um ácido produzido pelo organismo na tentativa de dissolver as fibras [41]), ou mesmo cancros de pulmão, do trato gastrointestinal, dos rins e da laringe [42, 43, 44], e foi por isso que a extração e utilização destas fibras foram finalmente proibidas na Europa pela Diretiva 2003/18/EC, embora o amianto crisótilo continue a ser produzido fora da Europa, em muitos países, incluindo a Rússia, Índia, China, Brasil, Cazaquistão e até mesmo Canadá (Figura 6) [19, 11].



Figura 6: Produção de amianto na Índia.

A Diretiva 2003/18/CE foi transposta para Portugal pelo Dec-Lei 266/2007, de 24 de Julho, o qual define que existe risco para a saúde quando há exposição dos trabalhadores a ambientes com fibras superiores ao limite de exposição de 0,1 fibra por cm³, embora não haja evidência de que a exposição abaixo destes limites não seja prejudicial para a saúde; de acordo

com a OMS, são desconhecidos os valores que garantam essa inocuidade [19].

Contudo, existe uma grave falta de conhecimento por parte dos gestores de edifícios e mesmo dos técnicos, sobre os materiais e produtos que contenham amianto [45] que deveria ser solucionada nas unidades curriculares de materiais de construção (Tabela 1).

Tipo de material e teor de amianto	Função comum	Onde se aplica	Estado
Revestimentos aplicados à pistola (10% a 25% de amianto)	Isolamento térmico e acústico, protecção contra incêndios e condensação	Em estruturas de aço; edifícios antigos que sofreram remodelações. Em tectos e vãos actuando como barreiras corta-fogo	Friável
Revestimentos de pisos (até 25% de amianto)	Resistência mecânica contra o desgaste	Em pavimentos como rolo ou mosaico	Não friável
Materiais de enchimento (até 100% de amianto)	Isolamento térmico e acústico	Em sótãos, porta de courette, caixas-de-ar de paredes duplas, porta corta-fogo, argamassa em furação para fixação de equipamentos eléctricos	Friável
Guarnições, embalagens, cordões e tecidos (de 1% a 100% de amianto)	Isolamento térmico e vedante	Em tubagens e caldeiras (mantas de amianto); recipientes sobre pressão; selantes resistentes ao calor (cordão de isolamento em juntas de tubagens, selagem de caldeiras e condutas); argamassas para assentamento de alvenaria	Friável
Paredes, painéis e tectos falsos (até 100% de amianto)	Protecção contra incêndios, isolamento térmico e acústico	Painéis sanduíche, divisórias, placas para tectos, revestimento de fornos	Friável
Cartão, papel e produtos de papel (90% a 100% de amianto)	Isolamento térmico e protecção contra incêndios em geral	Em materiais compósitos com aço, revestimentos de paredes e coberturas, revestimento de painéis combustíveis, laminados resistentes ao fogo e tubos	Friável
Fibrocimento (10% a 15% de amianto)	Revestimento de paredes e protecções contra as intempéries	Em forros de paredes e tectos, protecções de lareiras, pisos flutuantes, revestimentos, produtos moldados prefabricados (caixilhos de janelas, lajes para calçadas, cisternas e tanques, colectores e condutas de águas, esgotos e incêndio, condutas de ventilação, calhas e condutas para cabos, divisórias em edifícios, painéis decorativos, chapas perfiladas para coberturas	Não friável
Produtos betuminosos (10% a 25% de amianto)	Impermeabilização e revestimento	Em coberturas, tubos de queda, feltros betuminosos e impermeáveis para coberturas, placas semi-rígidas para coberturas, impermeabilização de caleiras e tubos para escoamento pluvial, em mantas de paredes exteriores	Não friável
Mástiques, selantes e tintas (5% a 10% de amianto)	Impermeabilização	Em selagem de janelas e pisos, tintas texturadas e em elementos metálicos estruturais	Não friável
Plásticos reforçados e protecção de cabos eléctricos (5% a 25% de amianto)	Revestimento, protecção contra choque	Em painéis plastificados, batentes de janelas	Não friável

Tabela 1: Lista de materiais e produtos contendo amianto.

Em Portugal, existem 600.000 ha de coberturas de fibrocimento contendo amianto. Ao estarem embebidas na matriz da pasta de cimento, a perigosidade desta espécie de aplicação é menor, embora eventuais quebras ou degradação dos produtos de hidratação do cimento podem aumentar a libertação das fibras. A situação é mais grave nos edifícios ou pavilhões industriais em que o amianto foi utilizado na sua forma friável, cuja remoção só pode ser feita por empresas especializadas [19].

Existe a possibilidade da inertização dos materiais contendo amianto, tornando possível o seu reaproveitamento. Vários processos industriais foram desenvolvidos para o efeito: INERTAM [46], ASBESTEX e ARI [47], por tratamentos térmicos, tratamentos químicos ou mecânico-químicos ou tratamentos com recurso a micro-ondas (amianto friável), resultando novas fibras não tóxicas que podem ser incorporadas em percentagem de 3-5% em produtos porcelânicos [19].

b) Materiais contendo chumbo.

Denomina-se saturnismo a intoxicação por absorção de chumbo [48], que começou a ser estudada com o aumento de casos de envenenamento por este motivo na Revolução Industrial, e que ainda hoje é um problema sério no trabalho da indústria pesada, embora a maior parte da poluição ambiental por essa razão seja devida aos vapores da combustão da gasolina com chumbo. Pode provocar sintomas clínicos, dependendo da suscetibilidade de cada organismo. Normalmente, o paciente vai perdendo as suas habilidades motoras por fraqueza muscular, afetando também outros órgãos [49].

O chumbo foi utilizado para a construção de redes de abastecimento de água, pelo menos, desde o Império Romano, sendo um material muito maleável, com pouco risco de corrosão [50, 51, 52]. No entanto, estas tubagens podem causar sérios problemas de saúde, ao formar uma película de corrosão do produto no interior dos tubos que eventualmente vai-se lixiviar, contaminando a água [53], o que é especialmente grave em crianças e jovens, a quem podem produzir problemas de comportamento, redução da capacidade intelectual e até mesmo a morte [54, 55, 56, 57]. Um teor de chumbo no sangue acima de 10 microgramas/dl é considerado envenenamento [58, 59], sendo associado a cancro e mortalidade cardiovascular. As formas

mais agudas como a encefalopatia convulsiva ocorrem tipicamente em crianças, uma vez que absorvem até 50% do ingerido, para 8% de absorção em adultos [49]. De acordo com Troesken (2006), a magnitude do problema pode ter sido similar aos desastres de Bhopal e Chernobyl, com dezenas de milhares de crianças mortas nos Estados Unidos, e muitos outros com problemas cognitivos [19].

Já na década de 20, várias entidades proibiram e restringiram o seu uso nos Estados Unidos, mas nem estas medidas nem a evidência médica que as suportava foram suficientes para superar a pressão da indústria de canalizações em chumbo [60]. Em 1970, a OMS admitiu o valor de 300 microgramas/l como teor máximo de chumbo na água potável. Este valor foi reduzido em 1980 a 50 microgramas/l pela Diretiva 80/778/CEE, enquanto a Diretiva 98/83/CE, voltou a baixá-lo novamente, em duas fases sucessivas, para 25 microgramas/l até 25 de Dezembro de 2013 e 10 microgramas/l a partir desta data, sendo transposta esta diretiva para o direito Português pelo Dec-Lei 243/2001 de 5 de Setembro [19].

A razão para este adiamento de 15 anos foi a necessidade de substituir as canalizações de chumbo em toda a Europa, estimada em 1995 em 16 milhões de metros de ramais e 30 milhões de metros de redes (1.177.300 metros de tubagem em Portugal), com um custo de reposição estimado em 1999 para 34 mil milhões de euros na Europa a 12 [61]. As últimas estimativas apontam para um valor atualizado de 200 mil milhões de euros [62].

Como no caso do amianto, a admissão dos riscos do chumbo para a saúde foi lenta e gradual, pela oposição da indústria, até chegar à sua proibição muitos anos depois de ter-se revelado o problema, com um custo para a saúde humana muito difícil de quantificar [19].

c) Materiais plásticos.

Anteriormente os materiais plásticos não foram usados porque não existiam, mas atualmente são omnipresentes em qualquer edifício, por economia e durabilidade. Mas, como a utilização de roupas feitas de materiais sintéticos podem causar problemas de pele, a utilização destes materiais pode também causar problemas de saúde.

Os materiais plásticos são obtidos a partir do petróleo, por meio de uma reação de polimerização de moléculas básicas (monómeros) que leva à formação de longas cadeias de estes (polímeros). Dependendo de como eles adquirem sua forma, podem ser divididos em duas categorias: termoplásticos, que são fornecidos prontos a aplicar, mas podem ser moldados em obra por ação da temperatura (PVC, polietileno, polipropileno, poliestireno, etc.), e termoendurecíveis, que adquirem a sua forma final após serem misturados com endurecedores (poliuretano, melaminas, estirenos butadienos, epóxi e outras colas sintéticas) [19].

Os polímeros, produzidos artificialmente, podem quebrar nos monómeros que os compõem devido a fatores externos como luz, calor, outros produtos químicos, etc. A energia dos fótons das radiações ultravioleta desfazem essas ligações, acelerando esse processo de degradação. O PVC é flexível, sedoso e brilhante quando instalado, tornando-se rígido, áspero e arranhado ao longo do tempo. A epóxi protegida da luz do sol dura 30-50 anos, enquanto aquela que recebe luz solar direta vai durar apenas 3 a 5 anos. O mesmo vale para silicones e menos com o poliuretano [63].

A maioria dos plásticos também contém aditivos tais como os ftalatos e metais pesados que são utilizados como plastificantes, redutores da rigidez, corantes, redutores da radiação solar, redutores de fumo, redutores de ignição, anti-estáticos e de outras aplicações, que podem aumentar sua toxicidade [7], apesar de que são usados até mesmo para conduções de água potável, brinquedos infantis e até biberões [32]. Não sendo biodegradáveis, produzem impactos ambientais tanto em sua produção e em seu tratamento de fim de vida [19].

O primeiro e segundo plásticos mais produzidos, polietileno e polipropileno, contém 0,5% de aditivos tais como antioxidantes à base de fenol, estabilizantes de raios ultravioleta e corantes, e ainda alumínio, cloroparafinas e hidróxido de magnésio como retardadores de ignição [19].

O policloreto de vinilo (PVC), terceiro plástico mais produzido, obtido a partir do petróleo e do cloro, destinado principalmente para tubagens [64], é o maior produtor de organoclorados [65] e contém estabilizadores à base de estanho para impedir a sua degradação por ação da temperatura, apresentando uma elevada toxicidade para o ambiente [66] quer mesmo em

termos de contaminação da água em redes de abastecimento populacional [67, 68, 69, 70, 71, 72].

O poliuretano é uma substância extremamente tóxica [73], obtido a partir dos isocianatos, um veneno conhecido pela sua associação com o desastre químico Bopal, em que uma nuvem de isocianato de metilo provocou a morte de 15.000 pessoas e causou problemas de saúde a quase 200.000 [74, 75]. O poliuretano é amplamente utilizado para o isolamento térmico, e existem registos abundantes de graves problemas de saúde dos trabalhadores que o usam [76, 77, 78].

O poliestireno, obtido por expansão (EPS) ou por extrusão (XPS), é usado para isolamentos térmicos, e contém aditivos antioxidantes e retardadores de ignição [19].

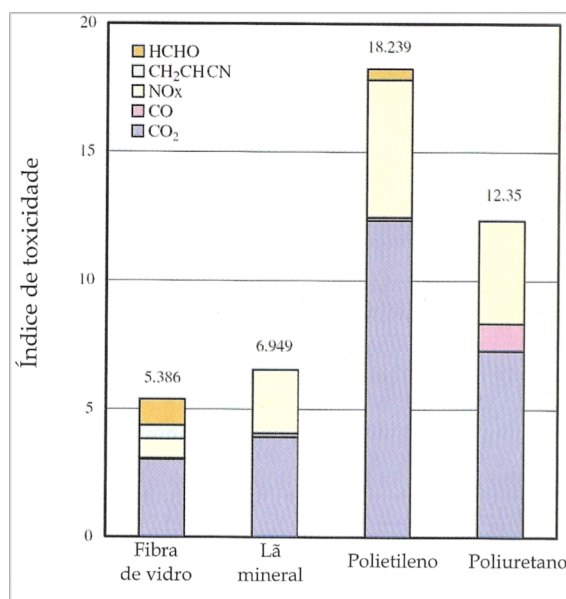


Tabela 2: Valor médio do índice de toxicidade para vários isolamentos térmicos.

O polietileno, poliuretano, PVC e poliestireno, entre outros materiais, vão aumentar exponencialmente a sua toxicidade em caso de incêndio, ao liberarem fumos e substâncias tóxicas [19]. Alguns estudos mostram que a maioria das mortes em incêndios são precisamente devido a esta causa [79, 80, 81, 82].

Liang & Ho (2007) analisaram a toxicidade destes materiais após combustão (Tabela 2), estudando a emissão de 14 tipos de gases de combustão para uma concentração base que seja fatal ao fim de 30 minutos, resultando que polietileno e poliuretano excedem o valor limite de 10, e daí que a recomendação de que em edifícios de habitação sejam usados apenas protegidos com materiais incombustíveis. Enquanto isso, Dourodiani & Omidian (2010) recomendam não usar molduras decorativas de poliestireno, mesmo com aditivos retardadores de ignição, uma vez que, em caso de incêndio, elas geram brometo de hidrogénio, que também é tóxico [19]. Existem alternativas aos cabos de PVC convencionais, tais como os cabos livres de halogéneo. Em caso de incêndio, apresentam uma emissão de gases tóxicos reduzida e uma emissão de gases corrosivos nula [7].

d) Colas sintéticas.

As colas sintéticas são utilizadas para muitos propósitos, que podem ir desde a colagem de lamelados de madeira, à colagem de materiais impermeabilizantes, até à reabilitação de estruturas de betão. A sua composição pode ser à base de epóxi, melamina-urea-formaldeído, fenol ou solventes orgânicos [19].

Os adesivos à base de epóxi são materiais tóxicos e trabalhadores expostos a este material têm altas taxas de desenvolvimento de eczema e dermatite. Também causam alergias e mesmo cancro [83, 84].

Os compostos de melamina-urea-formaldeído também são tóxicos, e podem ter potencial carcinogénico [85, 86, 87]. Da mesma forma, as colas à base de solventes orgânicos apresentam perigo para a saúde [88].

e) Tintas e vernizes sintéticos.

As tintas e vernizes sintéticos liberam compostos orgânicos voláteis que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente [89, 90]. As tintas à base de solventes orgânicos emitem até 520 vezes mais compostos orgânicos voláteis do que as tintas à base de água [91]. Elas também podem conter metais pesados com elevado poder cancerígeno [92, 93]. Estas tintas e ver-

nizes são fabricados com produtos químicos sintéticos que geralmente vêm da indústria petroquímica, metais pesados, compostos orgânicos voláteis, inseticidas, fungicidas. Muitas marcas não refletem em seu rótulo a composição de todos os ingredientes que contêm. Devido aos materiais utilizados na sua fabricação, eles são antitranspirantes e altamente inflamáveis. A poluição produzida por estas tintas e vernizes é extensa e começa com a sua fabricação, pode afetar os trabalhadores industriais e os profissionais que as utilizam (Tabela 3). Podem causar alergias e outros sintomas aos pintores e utentes dos edifícios, e poluem os rios e mares, na ausência de um sistema de reciclagem para as indústrias que os produzem [7].

Agente cancerígeno	Fonte
Crómio	Primários, Tintas
Cádmio	Pigmentos
Benzeno	Solventes
Cloreto de metileno	Decapantes
Estireno	Solventes orgânicos
Níquel	Pigmentos
Chumbo	Primários, secantes, pigmentos

Tabela 3: Agentes cancerígenos presentes em tintas.

Em Portugal, o Dec-Lei 181/2006 de 6 de setembro transpõe a Diretiva 204/42/CE de 21 de Abril de 2004, que limita o teor de COV's para tintas decorativas e vernizes (Tabela 4), enquanto o Ministério do Ambiente, pelo Despacho 17 141/2007, aprovou um programa para o controlo da aplicação do Dec-Lei [19].

Subcategoria de produtos	Tipos	(g/l) a partir de 1 de Janeiro de 2007	(g/l) a partir de 1 de Janeiro de 2010
a) Tintas mate para paredes e tectos interiores	BA	75	30
	BS	400	30
b) Tintas brilhantes para paredes e tectos interiores	BA	150	100
	BS	400	100
c) Tintas para paredes exteriores de substrato mineral	BA	75	40
	BS	450	30
d) Tintas para remates e painéis interiores/exteriores de madeira ou metal	BA	150	130
	BS	400	300
e) Vernizes e lasures para remates interiores/exteriores, incluindo lasures opacas	BA	150	130
	BS	500	400
f) Lasures com poder de enchimento para interiores e exteriores	BA	150	130
	BS	700	700
g) Primários	BA	50	30
	BS	450	350
h) Primários fixadores	BA	50	30
	BS	750	750
i) Produtos de revestimento de alto desempenho monocomponente	BA	140	140
	BS	600	500
j) Produtos de revestimentos reactivos de alto desempenho bicomponente para utilizações finais específicas, nomeadamente em pisos	BA	140	140
	BS	550	500
k) Produtos de revestimento multicolor	BA	150	100
	BS	400	100
l) Produtos de revestimento de efeito decorativo	BA	300	200
	BS	500	200

BA – Tintas com viscosidade ajustada por água
BS – Tintas com viscosidade ajustada por solventes orgânicos

Tabela 4: Teor máximo de COV's para tintas decorativas e vernizes nos termos do Dec-Lei 181/2006.

f) Materiais para proteção de madeiras.

A madeira, apesar de ser um dos materiais mais saudáveis que podem ser encontrados na construção, também pode conter produtos tóxicos. Ao oferecer uma baixa resistência à degradação por agentes biológicos, fungos e insetos (carunchos e térmitas), requer a aplicação de tratamentos, muitos dos quais são potencialmente prejudiciais para a saúde. Até muito recentemente, a preservação da madeira foi realizada por impregnação com inseticidas e fungicidas, produtos como o creosote ou outros à base de sais metálicos como o cobre, crômio e arsênico, que são bastante tóxicos, além de bioacumuláveis. Em contato com a água da chuva ou outra, a maior parte destes sais acaba lixiviada e contaminando o meio ambiente. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) proibiu o uso de cobre, crômio e arsênio no tratamento de madeiras para usos habitacionais desde 1 de janeiro de 2004 [94].

O creosote também contém agentes de elevado potencial cancerígeno [95, 96], pelo que a União Europeia deu início a um processo para a sua proibição no tratamento de madeira a partir da Diretiva 2001/90/CE. As travessas de madeira dos caminhos-de-ferro, geralmente reutilizadas para a construção de vedações ou para caminhos em áreas residenciais, apresentam muitas vezes um conteúdo de creosote maior do que os limites definidos pela União Europeia, e devem ser tratadas como resíduos perigosos [97, 98]. Também assim devem ser tratados os resíduos de construção e demolição contendo madeira impregnada com esses materiais [19].

Os revestimentos de pavimento de madeira por encaixe comumente usados na construção residencial geralmente vêm tratados de fábrica com vernizes sintéticos, geralmente, de poliuretano. No entanto, os revestimentos de tábuas tradicionais vêm sem lustro e são acabados no local, tornando-se mais fácil usar vernizes ecológicos; eles são mais caros, mas também mais resistentes, e retêm menos poeira e ácaros, devido a que a eletricidade estática acumula-se mais facilmente em vernizes sintéticos, e por isso são mais saudáveis.

2.3.1.2. Alternativas a materiais tóxicos.

A Bioconstrução utiliza materiais saudáveis que são biocompatíveis (com o mínimo de processamento possível), higroscópicos (para facilitar a troca de humidade entre o edifício e a atmosfera) e com baixo impacto ambiental na sua extração, produção, distribuição, instalação, vida de serviço e reciclagem ou biodecomposição. Algumas características dos materiais saudáveis são [7]:

- Devem ser materiais pouco alterados ou biocompatíveis.
- Os materiais devem ser tratados com total ausência de elementos nocivos, tais como amianto, poliuretano, PVC, cloro, etc. Nos canos de esgoto, a utilização de PVC pode ser substituída por tubos cerâmicos com ligações de borracha em casos de grandes diâmetros, ou polipropileno, polibutileno ou polietileno para pequenos diâmetros. Os cabos elétricos devem ser sempre livres de halogéneo e PVC. As tintas podem ser à base de tratamentos minerais de silicatos, à base de água, óleos de linhaça ou ceras naturais. Não são recomendadas as tintas de poros fechados e elementos que fixam o pó eletrostático.
- Como para os elementos estruturais, são recomendados cimentos naturais ou cal hidráulica.
- Os isolantes devem permitir a transpiração e não libertar produtos químicos, sendo recomendados os isolantes orgânicos.

Há tintas ecológicas em que produtos químicos sintéticos são substituídos por produtos naturais de origem vegetal ou mineral. Elas não libertam gases tóxicos, evitam problemas de alergia aos consumidores, respeitam o meio ambiente desde a produção até à embalagem, permitem a transpiração do local e as superfícies tratadas com elas não retêm a eletricidade estática [7].

2.3.2. As radiações.

Ao contrário da influência da qualidade do ar sobre a saúde humana, o que é totalmente aceite, os efeitos da eletricidade e radiações eletromagnéticas na saúde são particularmente controversos, por estar em jogo interesses económicos enormes [5].

2.3.2.1. A eletricidade.

A matéria é composta de átomos que contêm um núcleo com protões e neutrões, e uma órbita de eletrões. Os protões são carregados positivamente e os eletrões negativamente. Normalmente, essas cargas são compensadas, mas em certos casos, os átomos podem ter um excesso de protões ou eletrões, tendo assim uma carga positiva ou negativa, o que produz um campo eléctrico. É a eletricidade estática. Esses campos eléctricos produzem a indução eletrostática, que é a atração entre objetos com carga eléctrica diferente, e explica a atração de raios para os para-raios [99].

Em certos materiais sólidos, principalmente metais, alguns eletrões são suficientemente livres para mover-se através do material, formando um fluxo contínuo de cargas que é chamado corrente eléctrica [99].

Há uma eletricidade ambiental natural em toda a superfície da Terra, resultado de processos complexos, tais como a radiação cósmica e solar, as baixas pressões atmosféricas, tempestades, etc. Esta eletricidade ambiental interage com a estrutura natural do solo, a vegetação, os edifícios e a eletricidade artificial [7].

A crosta terrestre é muito condutora e geralmente é carregada negativamente. A atmosfera é semicondutora até cerca de 50 km. e a altitudes mais elevadas (ionosfera), torna-se condutora, mas com carga positiva. Isso produz uma diferença de potencial entre a crosta e a ionosfera entre 300.000 e 400.000 volts ao nível do solo que se traduz em cerca de 130 volts/metro em tempo claro e calmo, e isso aumenta a vários milhares de volts/metro em momentos de baixa pressão de ar ou estados prévios a tempestades [7].

Normalmente, as atmosferas baixa e média isolam a carga iónica positiva da ionosfera, mas os fenómenos meteorológicos, especialmente tempestades (ocorrem cerca de 45.000 por dia ao longo de toda a superfície do planeta), provocam intercâmbios em ambas as direções (Figura 7), levando os eletrões negativos da crosta a se elevar para as camadas superiores da atmosfera, enquanto que os iões (átomos que perderam o seu equilíbrio de electrões positivos e negativos) carregados positivamente descem para a superfície. Em períodos anteriores à tempestade, passa-se do equilíbrio entre as cargas positivas e negativas a uma forte predominância de cargas positivas, que interagem com a estrutura atómica, eléctrica e molecular do ar, com efeitos sobre os seres vivos, especialmente em nosso humor. Desde a antiguidade é conhecido o efeito de certos ventos sobre a saúde física e mental: “Você não deve tomar nenhuma sentença de morte quando sopra o Sharav”, lemos no Talmud, e a mesma má reputação têm os ventos chamados Foehn na Europa Central, Chinook nas Montanhas Rochosas, Santa Ana na Califórnia, Scirocco na Itália, Mistral na Riviera Francesa ou Tramontana na Catalunha. A característica comum de todos estes ventos é a sua enorme carga eléctrica positiva, isto é, a predominância dos iões positivos sobre os negativos [7].

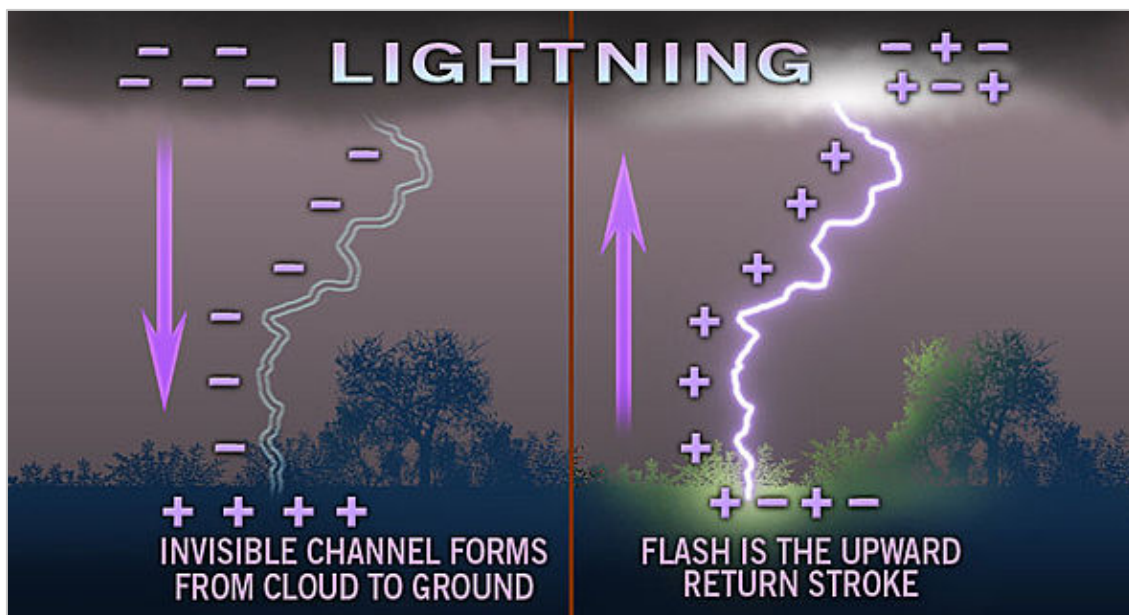


Figura 7: relâmpago.

Enquanto a diferença de potencial é mantida cerca de 130 volts/metro, o corpo humano é atravessado por uma corrente eléctrica com uma diferença de potencial ou tensão entre 170 e 220 volts, que é nula se a pessoa está ligada à terra (por exemplo, com os pés descalços

ou com calçado condutor com sola de couro, cânhamo...). Mas se a pessoa é isolada (por exemplo, com calçado de borracha), ocorre uma tensão elétrica na superfície do corpo que pode induzir estados de nervosismo ou stress e redução das defesas do corpo. O mesmo ocorre em edifícios com excesso de ferro ou de betão armado, que produzem um efeito isolante (efeito gaiola de Faraday), bem como nos elevadores, automóveis e aviões [7].

O desequilíbrio iónico que ocorre na natureza também ocorre no interior dos edifícios, e resulta aumentado pelo número de ocupantes, a pouca ventilação, ar condicionado, aquecimento, fumo do tabaco, poluição do ar e aparelhos elétricos, reduzindo o número de iões carregados negativamente, favoráveis para a saúde [7].

O equilíbrio de iões é fundamental para o bom funcionamento orgânico, celular, circulatório, bacteriano e microbiano, conforme demonstrado pelas investigações do Dr. Felix Gad Sulman, da Universidade de Jerusalém, do americano Albert P. Krueger, da Universidade da Califórnia, e do francês Claude Vicens. O excesso de iões positivos pode alterar parte das reações químicas do corpo humano, provocando uma hipersecreção de serotonina (hormona do stress), causando dores no corpo e na cabeça, náuseas, tonturas, espasmos, irritação dos olhos, fadiga, desvanecimentos, desequilíbrios salinos (cálcio e magnésio), acumulação de água, dificuldades respiratórias, alergias, asma, problemas circulatórios e cardíacos, pressão baixa no sangue, perda de reflexos, hipersensibilidade à dor, inflamação, hemorragia, embolia pulmonar, trombose e problemas psicológicos como apatia, irritabilidade, depressão ou ansiedade. A importância da ionização foi confirmada em 1991, quando os cientistas alemães Erwin Neher e Bert Sakmann foram agraciados com o Prémio Nobel de Medicina por sua pesquisa sobre a comunicação dentro e fora das células através de trocas iónicas. Esses fisiologistas desenvolveram uma técnica para detetar a corrente extremamente débil que atravessa através do canal iónico, que é medida em bilionésimos de um ampere. Os estudos do Dr. Gad Sulman, por sua vez, efetuados em câmaras de ionização em que são controlados o fluxo de cargas elétricas e a ionização do ar respirado, definiram 25% de pessoas hipersensíveis ao excesso de iões positivos, 50 % de pessoas ligeiramente sensíveis e apenas 25% de pessoas insensíveis ou não mostrando anormalidades aparentes. O equilíbrio elétrico e iónico, portanto, é uma das chaves da saúde [7].

A energia necessária para provocar a ionização positiva de forma natural vem de substâncias radioativas que estão dentro da crosta terrestre, da radiação cósmica, dos raios ultravioleta do sol, das tempestades, da chuva, dos ventos, das partículas de água em suspensão produzidas por quedas de água ou pelo bater das ondas e do número de árvores frondosas. A eles une-se o efeito ionizante da tecnologia humana: a eletricidade artificial, a radioatividade artificial (para-raios radioativos, centrais nucleares...), a poluição do ar e, em construção, a utilização de materiais sintéticos e de fibras que geram cargas eletrostáticas, as instalações elétricas dos edifícios, os aparelhos elétricos e materiais como cimento, azulejos e granito, que podem até mesmo emitir radioatividade [7].

A chave para manter o equilíbrio iônico está na adequada ventilação dos edifícios, na adequada humidade, na adequada respiração das paredes e na abundância de vegetação. Não é aconselhável recorrer ao uso de sistemas de ionização artificial porque eles podem ter efeitos colaterais. Os ozonizadores de ar, populares no passado, agora são proibidos na maioria dos países, porque, apesar do seu efeito bactericida e purificador de ar, também têm um efeito tóxico, que também é produzido por fotocopiadoras e muitos ionizadores de baixo custo. Os ionizadores são recomendados apenas como desinfetantes ou bactericidas em edifícios públicos, desde que sejam utilizados quando as instalações estão vazias. Os ozonizadores de água para piscinas também podem ser usados sem risco [7].

A corrente elétrica é parte dos processos biológicos de todos os seres vivos: os impulsos elétricos levam cada órgão a segregar determinada hormona, liberar certos oligoelementos ou reproduzir-se mais ou menos rapidamente. Tais mecanismos podem ser alterados pela ação de campos elétricos ou magnéticos fortes. O motivo pode ser, de acordo com W. Ross Adey, que os campos eletromagnéticos artificiais invadem os campos magnéticos naturais, alterando os biorritmos naturais que regulam muitos processos subtis do organismo, que se adaptam às pulsações da corrente elétrica, reduzindo a resistência do organismo. A única proteção possível é ficar longe deles e evitar a sua proliferação em lugares habitados [7].

2.3.2.2. O eletromagnetismo.

O magnetismo é uma força inseparável da eletricidade. Cada carga elétrica que se desloca (corrente) gera um campo magnético, enquanto cada campo magnético que varia cria uma força elétrica. O eletromagnetismo é a força que une os átomos e dá forma às moléculas [7].

A energia radiante ou radiação eletromagnética é uma gama de formas inter-relacionadas de energia, cujas diferentes radiações dependem das suas diferentes frequências e comprimentos de onda [99]. Todas estas radiações compõem o espectro eletromagnético (Figura 8), que inclui, de alta para baixa frequência (medida em hertz) e comprimento de onda crescente (medido em metros), os raios cósmicos, os raios gama, os raios X, a radiação ultravioleta, a luz visível, a radiação infravermelha, as micro-ondas, as ondas de rádio (EHF, SHF, UHF, VHF, onda curta, SW ou HF, onda média ou MF, onda longa ou LF, VLF, ULF, SLF e ELF), a corrente contínua (cuja frequência é zero) e a energia elétrica pura [7]. A energia elétrica apenas gera um campo elétrico muito fraco associado [99].

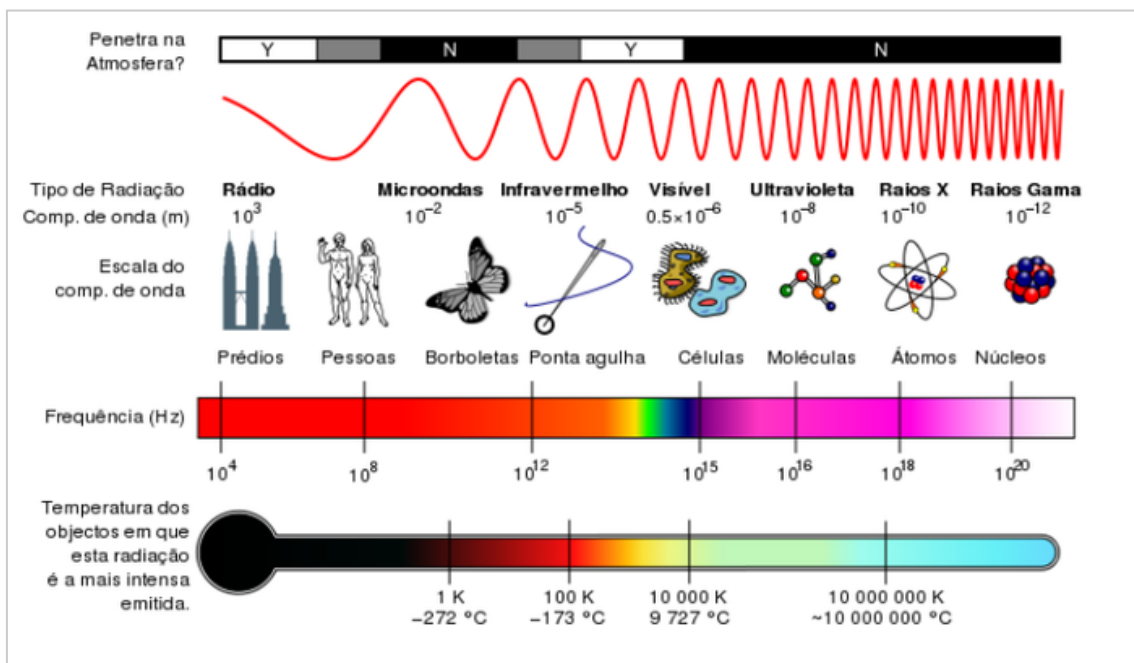


Figura 8: Espectro eletromagnético.

A radiação eletromagnética pode atravessar o vazio, mas também outros meios, dependendo da frequência: a luz passa através do ar, da água e do vidro, mas os raios X passam através dos tecidos humanos e os raios gama mesmo através do metal. As radiações só podem ser detetadas pelos seus efeitos, que são diferentes em cada uma: as ondas de rádio e as micro-ondas produzem débeis correntes alternadas no metal das antenas de recepção; os raios infravermelhos fazem vibrar os átomos com mais energia, produzindo calor; a luz visível estimula as células do nervo da retina, fazendo possível a visão; os raios ultravioletas provocam a emissão de luz na fluorite (fluorescência) e as radiações de maior frequência ionizam certos gases [99].

As ondas de rádio, tendo o efeito de estimular o metal das antenas, são utilizadas para a transmissão de sinais de rádio e televisão, através da introdução de modulações na amplitude ou frequência das ondas. Estas ondas também têm a característica de que são reflectidas na ionosfera, de modo que podem ser recebidas para além do horizonte, mas não podem ser transmitidas para os satélites. As micro-ondas são muito semelhantes às ondas de rádio, com a diferença de que não se refletem na ionosfera, então são utilizadas para os satélites de comunicações, embora, para a sua comunicação terrestre, requerem a utilização de torres para a repetição do sinal. Além disso, as micro-ondas suportam muitas comunicações simultaneamente, de modo que são usadas para a transmissão de telecomunicações [99]. Também são usadas para o radar e a cozinha por micro-ondas, porque produzem rapidamente o calor [19]. As comunicações wireless (wi-fi, wimax, 3G, bluetooth ...) também utilizam micro-ondas [15].

A radiação infravermelha é emitida por todos os objetos com uma temperatura acima do zero absoluto. Os que apresentam temperaturas mais elevadas, produzem mais radiação infravermelha, e com uma frequência maior, chegando à luz visível nos objetos mais quentes (incandescência). Este calor radiante, dependendo de sua intensidade, pode ser detetado com aparelhos detetores de infravermelhos, com termômetros ou com as terminações nervosas da pele. Na medicina, é usado para tratamentos térmicos (diatermia) [99].

Dentro da luz visível encontra-se o laser, que é produzido artificialmente por duas fontes de luz que emitem com o mesmo comprimento de onda e de fase (luz coerente). É usado frequentemente em medicina para cortes extremamente precisos em tecidos humanos [99].

As radiações ultravioletas são divididas em “duras” ou de alta frequência, mais próximas aos raios X, e “suaves” ou de baixa frequência, mais perto da luz visível. A maior parte das de alta frequência, potencialmente perigosas para a nossa saúde porque destroem as células vivas, não atingem a terra ao serem absorvidas pela camada superior da atmosfera, cujos gases ionizam. As “suaves” entram na atmosfera, ajudando a produzir o bronzeado da pele e a vitamina D, mas também são prejudiciais em doses elevadas [99].

Os raios X e gama, com as radiações ultravioletas “duras”, são denominadas radiações ionizantes porque ionizam certos gases, produzindo também outras alterações físicas e químicas, tais como a fluorescência. Produzem a destruição das células vivas e cancro [99].

Os raios X procedentes do espaço também não atravessam a atmosfera porque a ionizam, mas podem ser gerados artificialmente em tubos catódicos. Na medicina, são utilizados em radioterapia e radiologia, porque atravessam os tecidos humanos. Seu poder de penetração depende do potencial elétrico: quanto maior a tensão, maior penetração [19]. Os televisores antigos de raios catódicos (CRT) emitem uma pequena quantidade de raios X [7].

Os raios gama são semelhantes aos raios X, mas muito mais penetrantes através de materiais pesados e grossos. São utilizados para estudar a estrutura da matéria [99].

A Terra tem um campo magnético cujas linhas de força atravessam no seu núcleo e se expandem para milhares de quilômetros acima da sua crosta, sempre variando em intensidade e força, e mesmo variando completamente a sua polaridade entre o Norte e o Sul em vários milhares de anos. Sua intensidade é cerca de 60.000 nT (nanoteslas) nos polos e cerca de 30.000 nT no Equador. O exterior do campo sofre significativas variações temporais relacionadas com as manchas solares, a radiação solar e cósmica e as tempestades magnéticas, e também com os períodos de rotação da Terra e do Sol. Este campo magnético influi sobre as alterações climáticas, e permite a navegação natural de muitas espécies animais como bactérias, abelhas, aves e até mamíferos [7].

O magnetismo natural pode influenciar a saúde, especialmente, quando se produzem tempestades magnéticas, que afetam a nossos mecanismos de homeostase debilitando o siste-

ma imunológico. Bardasano e Picazo, do Instituto de Bioeletromagnetismo da Universidade de Alcalá de Henares (Espanha) [5], realizaram uma investigação em 1989 sobre o impacto das tempestades magnéticas e manchas solares sobre a atividade da glândula pineal dos ratos, que é reduzida em tais episódios, afetando o sistema imunitário e a secreção de melatonina. Outros estudos confirmam que a menor atividade da glândula pineal e da produção desta hormona incidem num aumento do cancro [7].

Existem também campos magnéticos artificiais, cuja intensidade é muito mais elevada que a dos naturais (Figura 9). Podem ser de alta frequência (rádio, TV, radar, telefonia móvel, telefones sem fio, redes wi-fi, contadores de serviços, interfones do bebé, fornos de micro-ondas, ...) ou de baixa frequência (linhas de alta tensão, transformadores elétricos, redes de energia de edifícios, ecrãs tipo CRT de computador e TV, ...). Os aparelhos médicos de exames de ressonância magnética e CAT também produzem grandes campos magnéticos [100].



Figura 9: Active Denial System ou “raio da dor”.

Os campos eletromagnéticos artificiais expõem a população, especialmente os trabalhadores nessas indústrias e as pessoas que vivem perto das instalações, de forma contínua a este tipo de radiações, que interagem com os sistemas biológicos, alterando os estados energéticos atômicos e moleculares e produzindo alterações nos sistemas naturais de crescimento e regularização [7]. Uma exposição contínua às ondas eletromagnéticas, naturais ou artificiais, pode originar doenças não diretamente, mas enfraquece o sistema imunitário, em especial o

timo, uma glândula responsável pela defesa contra as agressões exteriores, tais como bactérias e vírus, e que tem um papel no desenvolvimento de doenças graves, tais como o cancro, miocardite ou artrite reumática [15]. Ao enfraquecer o sistema imunológico do corpo, facilita-se o desenvolvimento de doenças degenerativas, incluindo cancro e doenças autoimunes [15]. Alguns estudos relacionam estes campos com efeitos tais como mudanças na temperatura do corpo ou da pele, alterações nos eletrólitos do sangue, dores musculares, visão prejudicada das cores vermelha e verde, fadiga, alterações nos potenciais evocados (potenciais elétricos registados no sistema nervoso), falta de apetite, alterações do sistema nervoso central, stress ou diminuição do número de plaquetas no sangue. Outros estudos relatam um aumento nos casos de leucemia e neuroblastoma e maior número de filhos com malformações entre os grupos de profissionais relacionados com campos eletromagnéticos; outros, uma maior incidência de cancro infantil em casas próximas a instalações elétricas e em aquelas onde são utilizados mais aparelhos; outros, alterações do período de gestação e aumento de abortos em mulheres que usam cobertores elétricos e computadores [5, 6, 7]. Outra doença frequente é a lipoatrofia muscular: em edifícios de escritórios de Barcelona, em 2007, havia mais de 200 casos nos escritórios da companhia Gás Natural, 64 nos escritórios de La Caixa e 30 nos escritórios de Caprabo, onde trabalhavam 400 pessoas [15].

A incidência dos campos eletromagnéticos artificiais sobre a saúde é uma questão controversa, porque afeta os interesses das grandes empresas. Continuamente são publicados estudos, geralmente financiados por associações de indústrias, que negam que se tenha provado cientificamente a influência negativa da radiação sobre a saúde, e que são confrontados por muitos outros estudos independentes que afirmam o contrário, em uma reminiscência das controvérsias vividas durante anos sobre a influência do tabaco, o chumbo ou o amianto sobre a saúde [5, 6].

A poluição eletromagnética, também chamada em inglês *electrosmog* ou *e-smog* (Figura 10), é um problema muito recente, sendo difícil estimar os seus efeitos a longo prazo, além de que cresce constantemente, através do aumento da utilização de aparelhos elétricos de qualquer tipo, que acabamos vendo como imprescindíveis. Os anglo-saxões chamam *dirty electricity* (eletricidade suja) à que provém desses dispositivos comuns. O Escritório Federal para a Proteção contra a Radiação da Alemanha, conduziu recentemente uma investigação que indica

que 9% da população alemã sofre desconforto decorrente da contaminação eletromagnética. De acordo com Fernández Solà, do Serviço de Medicina Interna do Hospital Clínic de Barcelona, este hospital tem tratado ao longo dos últimos três anos cerca de 100 pessoas por eletrosensibilidade [15]. Este mesmo médico estima que 15% das pessoas são mais sensíveis ao eletromagnetismo [6].



Figura 10: Fotografia na publicidade dum “Electrosmogmeter”.

Vários estudos mostram que os telemóveis influem no comportamento das abelhas, que têm em suas células estruturas de magnetita que são parte ativa do seu sistema de magnetorecepção. As torres de telefonia celular interferem em seus sistemas de navegação, o que pode ser responsável por uma perda de 43% das colônias de abelhas [101].

Outros estudos sobre a incidência dos televisores mais antigos de tubos de raios catódicos (CRT) sobre a saúde concluíram que a exposição prolongada das mulheres grávidas poderia incentivar malformações dos fetos [15].

Bary Wilson, dos laboratórios Battelle Pacific Northeast, expôs ratos de laboratório a um campo elétrico semelhante a uma linha de alta tensão, confirmando o decréscimo da produção de melatonina após um mês. A melatonina também regula os ritmos circadianos do corpo, estimula o sistema imunológico e modula a função dos órgãos endócrinos (gónadas, pituitária, hipotálamo e timo), os quais podem ser afectados por campos eletromagnéticos [7].

Adey (1976) demonstrou que cérebros de frango expostos a campos magnéticos mostram uma deficiência de íons de cálcio, estando relacionada a importância da diminuição com a frequência de campo, ocorrendo a perda máxima a 16 Hz. Nesta base, o físico Abe Liboff, da Universidade de Oakland, descobriu que os íons de cálcio que deixam as células têm uma frequência de 16 Hz. O mesmo físico indica em uma outra experiência que a irradiação das células com campos electromagnéticos leva-as a produzir mais DNA, o que é um sinal de que estão prontas para dividir-se, e que este aumento é de três a cinco vezes maior em células malignas do que em células saudáveis [7].

Ramírez e Monteagudo, do Serviço de Biotecnologia do Hospital Ramón y Cajal em Madrid, investigaram em 1990 os efeitos dos campos eletromagnéticos de baixa frequência nos cromossomas da mosca da fruta (*Drosophila melanogaster*), apresentando um índice de mutação que foi o dobro da população de controlo. Investigações posteriores mostraram que tais exposições reduzem a vida das moscas de 25 a 30% [7].

Jocelyne Leal, também do Hospital Ramon y Cajal em Madrid, encontrou também um efeito mutagénico dos campos eletromagnéticos em embriões de galinha submetidos a campos de baixa frequência por longos períodos [7].

Os estudos de Delgado sobre o comportamento animal mostram que é possível mudar o humor de um chimpanzé, desde a agressividade para a apatia, alterando a frequência emitida por um anel de cobre situado a 50 cm. do símio [7].

Existem também estudos sobre os efeitos na saúde das redes sem fio, como as redes wi-fi ou os telefones sem fio de tecnologia DECT. Devemos notar que, em qualquer prédio moderno, uma pessoa está sujeita não apenas à sua rede sem fio em casa, mas também à ação combinada das redes das casas ao redor dela, e cada vez são mais os dispositivos que as incorporam. Existem já mesmo escovas de dentes com o seu próprio transmissor wireless! Da mesma forma, há inúmeras pesquisas mostrando as consequências de viver perto de antenas de telefonia móvel: fadiga, tonturas, alterações do sono e da memória e doenças mais graves [5, 7].

A OMS mantém até agora a segurança de tecnologias sem fio, mas a Agência Europeia do Ambiente acredita que “há provas suficientes ou níveis de evidência científica de efeitos biológicos nocivos, o que é suficiente para invocar a aplicação do princípio da precaução e medidas de prevenção eficazes urgentemente”, e a União Europeia está considerando proibir o sistema wi-fi e os telemóveis nas escolas. A França já proibira o uso de telefones celulares para crianças menores de 12 anos, e está considerando elevar os limites a 16 anos [15].

No final dos anos noventa, cientistas russos foram os primeiros a estudar as consequências da exposição aos telefones móveis, descobrindo que a atividade bioelétrica cerebral muda com apenas 30 segundos de exposição. Em 2011, a Agência Internacional para Pesquisa sobre o Cancro e a própria OMS informaram que o uso do telemóvel por 30 minutos por dia durante 10 anos aumenta em 40% o risco de desenvolver gliomas, um tipo de cancro no cérebro [15].

As antenas de telefonia móvel emitem em frequências entre 900 e 2600 megahertz, com um alcance de até 30 km., impactando nosso sistema vegetativo e alterando, entre outras coisas, a pressão arterial e os ciclos de sono. Uma possível defesa para os edifícios localizados perto destas antenas é o uso de persianas metálicas, cortinas com fios de prata ou mosquiteiros metálicos [15].

Os telefones sem fio de tecnologia DECT também emitem índices elevados de radiação, como sua base emite o sinal constantemente, exceto em alguns modelos mais modernos, como é o caso com os interfonos de bebés [15].

O *BioInitiative Working Group*, um grupo internacional de trabalho com investigadores de primeiro nível, publicou a 7 de Janeiro de 2013 um relatório através da Universidade de Albany, Nova York [102], feito por 29 autores de 10 países (10 deles MDs e 21 PhDs) onde expõe a crescente evidência de riscos para a saúde causados pelos campos eletromagnéticos e as tecnologias sem fios (radiações por micro-ondas e radiofrequências). O relatório analisa cerca de 1.800 novos estudos científicos que cobrem campos eletromagnéticos de linhas de transmissão, cabos elétricos, dispositivos portáteis e tecnologias sem fio (telemóveis e torres de comunicação sem fio do telefone móvel, dispositivos de medição de serviços “inteligentes”, wi-fi, laptops e

routers wireless, monitores de bebês e outros produtos eletrônicos). Os resultados incluem danos ao DNA e genes, efeitos sobre a memória, aprendizagem, comportamento, atenção, perturbações do sono, autismo, cancro e doenças neurológicas, como a doença de Alzheimer. O relatório mostra que são necessárias urgentemente novas normas de segurança para a proteção contra os campos eletromagnéticos e as radiofrequências de aparelhos de uso diário. Os utilizadores de telemóveis, futuros pais, mulheres grávidas e crianças pequenas estão particularmente em risco.

Neste relatório, Lennart Hardell, da Universidade de Orebro, na Suécia, afirma que “há um padrão consistente de risco aumentado para o glioma e neuroma acústico pelo uso de telemóveis e telefones sem fios”. “A evidência epidemiológica mostra que a radiofrequência deveria ser classificada como cancerígeno humano. Os limites de segurança pública e níveis de referência do FCC/IEEE e ICNIRP não são adequados para proteger a saúde pública”.

Novos estudos associam a radiação dos telefones celulares e computadores com ligação à Internet sem fios com danos no DNA do esperma, reduzindo a fertilidade dos homens. Usados por mulheres grávidas, podem afetar o desenvolvimento cerebral do feto. Isto tem sido associado com hiperatividade e problemas de aprendizagem e comportamentais, tanto nos humanos como em animais. Há também fortes indícios de que os campos eletromagnéticos e a radiação por radiofrequência podem aumentar o risco e os sintomas do autismo. “Ao tempo que investigamos agressivamente as conexões entre os distúrbios do autismo e tecnologias sem fio, devemos minimizar a exposição a campos eletromagnéticos e wireless de pessoas com distúrbios do autismo, as crianças de todas as idades, as pessoas que estão planeando ter um filho e durante a gravidez”, diz no mesmo relatório Martha Herbert.

2.3.2.3. A proteção contra as radiações.

A proteção da exposição humana a campos eletromagnéticos é objeto de estudo pela OMS, que é guiada pelas conclusões da ICNIRP (Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não-Ionizantes), que foi constituída pela IRPA (Associação Internacional para a Proteção contra a Radiação), em 1992, para estudar a proteção dos trabalhadores, dos pacientes, do público em geral e do meio ambiente contra possíveis efeitos adversos da exposição a radiações não-ionizantes (NIR), que incluem, em primeiro lugar, as radiações e campos eletromagnéticos com comprimento de onda de 100 nanómetros ou mais, ou frequências de 0-3 PHz (pico hertz) e que incluem campos elétricos estáticos e magnéticos, campos de extremamente baixa frequência, campos de radiofrequência (incluindo micro-ondas), infravermelhos, a radiação visível e a ultravioleta; e, por outro lado, os campos sonoros acima de 20 kHz (ultra-sons) e abaixo de 20 Hz (infra-sons) [102].

No entanto, há provas abundantes de que os limites geralmente admitidos pela ICNIRP e pela OMS e, portanto, pela maioria dos países, são inadequados. De acordo com David O. Carpenter, co-editor do relatório *BioInitiative* de 2012: “Há neste momento muitas mais evidências dos riscos de saúde que afetam bilhões de pessoas ao redor do mundo. O status quo não é aceitável tendo em conta a evidência do dano” [102].

Em Portugal, a questão é regulada pelo Dec-Lei 151-A/2000, e pelo Dec-Lei 11/2003, os quais desenvolvem a recomendação do Conselho Europeu EC 1999/519, que na Tabela 2 - Anexo III apresenta uma série de limites com base nas conclusões da ICNIRP. Abrange todo o espectro de 0 Hz a 300 GHz. A verificação do cumprimento deste regulamento é confiada à Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM). Cada ano, as entidades habilitadas a instalar e utilizar estações de radiocomunicações devem apresentar um plano de monitorização e medição dos níveis de campos eletromagnéticos a partir de estações de rádio, solicitando aprovação. Os resultados dessas atividades de monitorização deverão ser apresentados cada três meses à ANACOM, ao Ministério da Saúde e às juntas de freguesia dos locais onde estão instaladas as estações de rádio [102].

2.3.3. A radioatividade.

A radioatividade é uma emissão de partículas alfa (partículas carregadas positivamente, compostas por dois prótons e dois nêutrons, emitidas por um elemento radioativo), partículas beta (elétrão -carga negativa- ou próton -carga positiva-, emitido por um átomo de um elemento radioativo) ou raios gama, ou qualquer combinação dos três, que ocorre quando se desintegram os núcleos de um elemento instável [99]. Foi descoberta em 1896 pelo físico francês Henri Becquerel, mas tornou-se popular graças à pesquisa de Marie Curie, que lhe valeu o Prêmio Nobel em Física em 1903 [15]. Como é do conhecimento comum, a radioatividade produz danos biológicos.

A radioatividade pode provir de fontes naturais, tanto externas (radiação cósmica, minerais radioativos -K, C, H-) como internas (nuclídeos radioativos penetram no organismo humano por inalação ou digestão), e também de fontes artificiais, geralmente por usos médicos da radiação: radiodiagnóstico, diagnóstico por medicina nuclear ou terapia de radiações ionizantes. Nos países industrializados, isto representa aproximadamente 50% da dose recebida por radiação natural; em países não-industrializados, cerca de 10 % [103].

A radioatividade é medida em becquerel (Bq). As doses equivalentes de dano biológico produzido por radioatividade, em sievert (Sv). A Comissão Internacional de Proteção Radiológica, recomenda não exceder um limite de 50 mSv por ano por pessoa. Uma radiografia de tórax representa cerca de 1,5 mSv. Um voo de 10 horas intercontinental, cerca de 0,1 mSv. Uma central nuclear não deve irradiar mais de 0,05 mSv / ano para um indivíduo nas proximidades (Figura 11) [103].

Radiation Dose Chart

This is a chart of the ionizing radiation dose a person can absorb from various sources. The unit for absorbed dose is "sievert" (Sv), and measures the effect a dose of radiation will have on the cells of the body. One sievert (all at once) will make you sick, and too many more will kill you, but we safely absorb small amounts of natural radiation daily. Note: The same number of sieverts absorbed in a shorter time will generally cause more damage, but your cumulative long-term dose plays a big role in things like cancer risk.

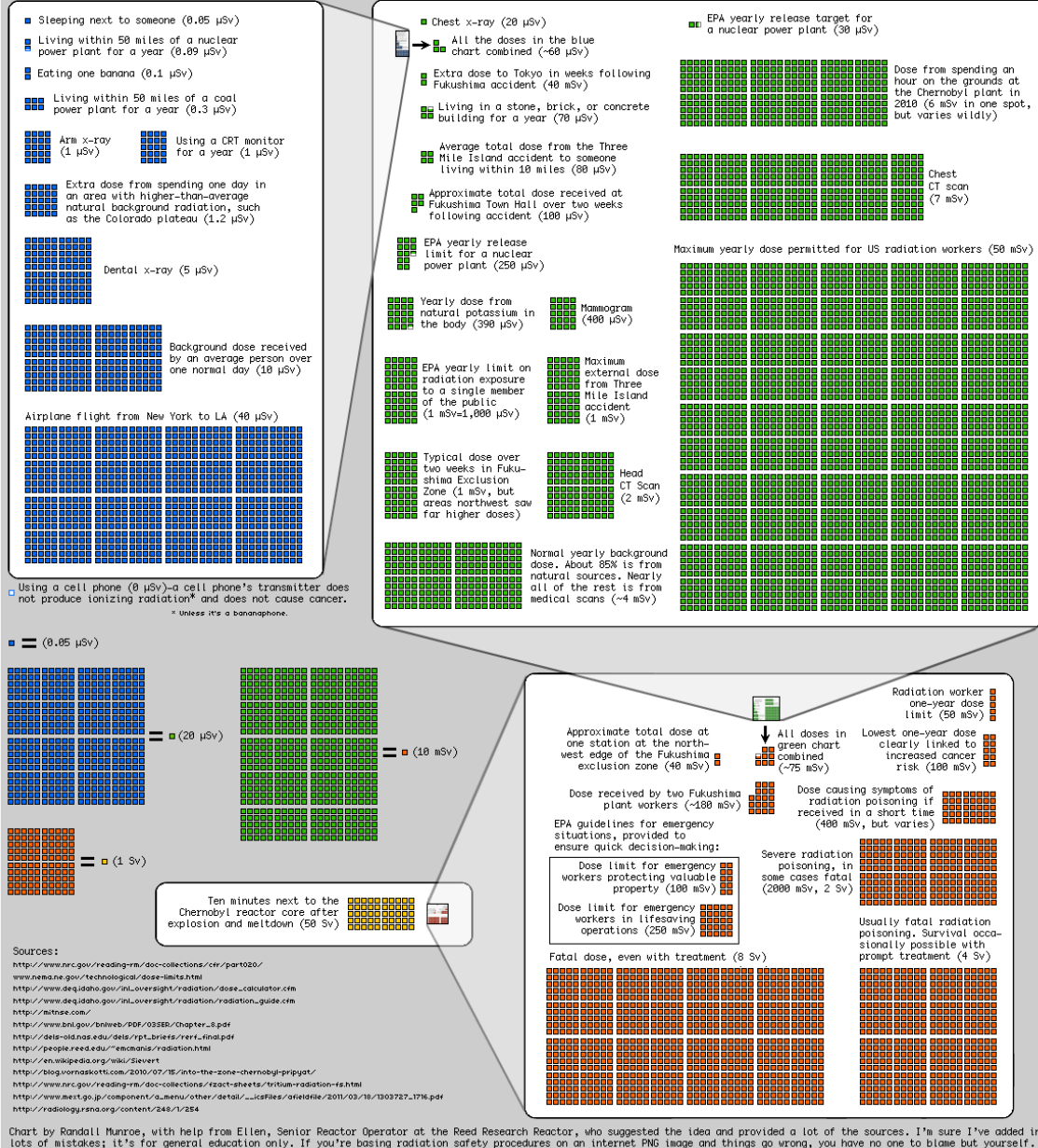


Figura 11: Radiation dose chart.

2.3.3.1. Fontes de radioatividade nos edifícios.

Normalmente, a principal delas [7] é o radão (Rn), um gás radioativo que ocorre naturalmente, invisível, inodoro e insípido, daí que não pode ser detetado pelos sentidos, produzido a partir da desintegração do rádio (Ra) em outros elementos também radiativos [19], que emana das pedras do solo através de fissuras abertas pelas correntes subterrâneas ou falhas geológicas e que entra nos edifícios, principalmente, através de tubos e condutas de qualquer natureza. A taxa de radioatividade por gás radão depende da estrutura geológica do local, sendo maior na presença de rocha granítica e zonas ricas em fosfatos, e aumenta no verão e com baixas pressões atmosféricas [7]. O gás radão é classificado pela OMS como a segunda principal causa de cancro de pulmão no mundo, depois do tabaco [15].

O subsolo geralmente é a maior fonte de radão em edifícios, concentrado principalmente nos andares mais baixos do que nos altos. A espessura do solo da construção tem influência no grau de penetração de radão. De acordo com um estudo realizado em Chicago, casas com caves sem piso apresentaram concentrações superiores às de casas com caves com piso. O uso de caixas-de-ar ventiladas entre a terra e a construção reduz a penetração de radão, e também o uso de ventiladores em porões [7].

Alguns tipos de granito usados na construção podem ser bastante radioativos, e também a pedra-pomes, muito utilizada tanto na Alemanha como na Rússia, bem como materiais à base de fosfogesso [104].

Outras fontes menores de radão em edifícios são a água e o gás natural. A água apresenta normalmente concentrações baixas, mas, em alguns casos em que a alimentação é proveniente de poços profundos, as concentrações são muito altas. Nestes casos, o perigo vem principalmente da inalação de vapores de água, sendo a concentração na casa de banho 3 vezes maior do que na cozinha e 40 vezes superior à da sala [6]. O gás natural também contém radão, de modo que os dispositivos que o utilizam devem ser equipados com sistemas de extração do ar resultante [7].

O radão, uma vez que entra em edifícios, tende a se concentrar em espaços mal ventilados e com abundância de isolamento térmico. A sua vida média é 3,8 dias, durante os quais se decompõe e torna-se polónio radioativo, com emissão de radionuclídeos que são inalados pelos habitantes, sendo estimado que contribuem para 50% da dose equivalente anual recebida pelo homem a partir de fontes naturais e aproximadamente para 75% da recebida de fontes naturais terrestres [7].

De acordo com a Diretiva 90/143/EURATOM, as concentrações médias anuais de radão não devem exceder 400 Bq/m³ em edifícios existentes antes da diretiva, ou 200 Bq/m³ nos construídos depois [19].

A concentração de radão no ar depende da taxa de emissividade do material e de ventilação. Entre 33 variedades de granitos de vários países, apenas dois tiveram emissividade específica acima de 200 Bq/m²d [105, 106]. A taxa legal de renovações de ar (RPH) em Portugal é de 0,6, mas muitos edifícios não ultrapassam 0,2 RPH [19]. Um pavimento de granito com uma emissão específica de 300 Bq/m²d contribui para a concentração no ar com apenas 18 Bq/m³ com uma velocidade de renovação de ar de 0,2 RPH, mas com 737 Bq/m³ se não há renovação (Tabela 5) [105].

Emissão específica do granito (Bq/m²d)	Taxa de renovações de ar por hora (RPH)				
	3	1	0,3	0,15	0
5	0,03	0,09	0,3	0,6	5
10	0,06	0,2	0,6	1,2	25
50	0,3	0,9	3,0	5,9	123
100	0,6	1,8	6,0	12	246
300	1,8	5,5	18	35	737

Tabela 5: Concentração de radão em Bq/m³ emitido por piso com revestimento em granito, de acordo com o tipo de granito e com a taxa horária de renovação de ar.

No final dos anos setenta, em algumas moradias na Suécia e na Finlândia, que durante o inverno têm pouca ventilação e alto isolamento com o objetivo da economia de energia, as concentrações de radão foram 5.000 vezes superiores às do ar exterior. Na Suécia, mais de 30% dos edifícios tem um nível superior a 100 Bq/m³, um nível que raramente é atingido em climas temperados, e, em média, as concentrações são quatro vezes superiores às de esses países de climas temperados. Mas há, de acordo com cada país, entre 0,01 e 0,1% dos edifícios onde a concentração chega a ser 1.000 e 10.000 Bq/m³, o que significa que há milhões de pessoas que vivem com altos níveis de radiação em casa [7].

Na Espanha, em 2009, foi realizado um estudo em 90 edifícios, resultando em uma concentração máxima de radão de 366 Bq/m³, referindo-se alarmantes números de cancro nessa área [19].

Em Portugal, a vigilância radiológica corresponde ao Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), que, em setembro de 2005, publicou estudos envolvendo mais de 4.200 edifícios, concluindo que 60% das concentrações de radão ficavam abaixo dos 50 Bq/m³, e que 2,6% dos edifícios apresentavam níveis superiores a 400 Bq/m³ [19].

A zona norte de Portugal, de geologia granítica, apresenta valores muito mais altos do que a zona sul, porque os afloramentos de subsolo são mais elevados, e também o uso deste material. Em 2001, a DECO publicou um estudo de 212 casas nos distritos de Aveiro, Guarda e Braga, sendo que dois terços das medições ficaram abaixo dos 200 Bq/m³, 22% excederam o limite de 200 Bq/m³ e 17% estavam acima de 400 Bq/m³ (Figura 12) [19].

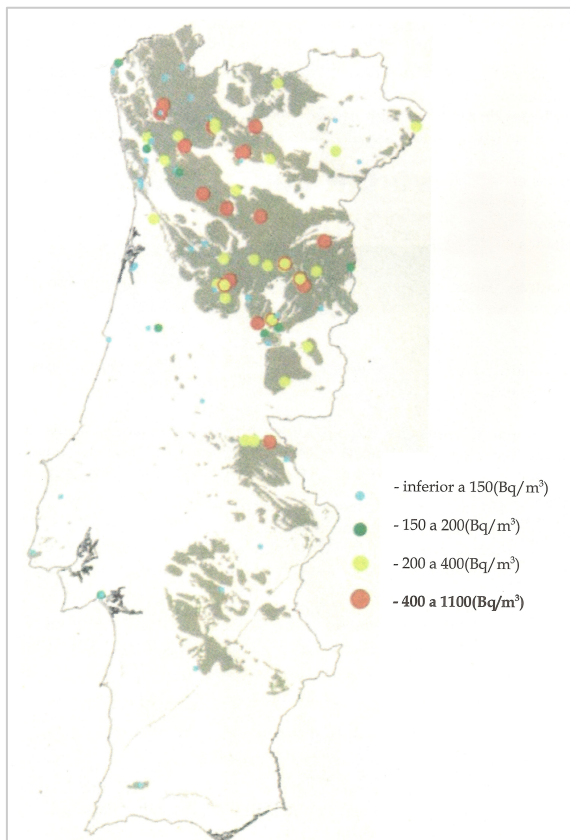


Figura 12: Radioatividade no interior de habitações devida ao radão.

A utilização de materiais que contêm algum resíduo com algum tipo de contaminação radiológica também é perigosa para a saúde, como a exposição a longo prazo mesmo a baixas doses de radiação pode levar ao desenvolvimento de cancro [107]. Em geral, os materiais de construção não apresentam níveis preocupantes [108], mas sim alguns produtos utilizados na produção de betão, como fosfogesso. Certos tipos contêm metais pesados e elementos radioativos como o rádio (Ra), chumbo (Pb) e urânio (U), provenientes das rochas fosfatadas [109]. Em lugares como o Japão, foi muito utilizado na preparação de blocos vazados de cimento, gesso e feltro, e sistemas de compartimentação e encerramento. Sendo um resíduo, seu uso foi bem recebido pela comunidade ambiental, mas provou ser várias vezes mais radioativo do que gesso natural que substitui, aumentando a radiação natural dos edifícios que o incorporam em 30% em comparação com os que não o incorporam [7]. Na Europa, é proibido pela EURATOM (1996) o uso de fosfogesso com um nível de radioatividade acima de 500 Bq/kg. Em os EUA, o limite estabelecido pela EPA (1992) é de 370 Bq/kg. Canut (2006) realizou um estudo sobre rocha fosfática brasileira, referindo que o fosfogesso produzido nesse país tem valores inferiores a esses limites [19].

Também têm sido utilizadas para a fabricação de betão escórias de altos-fornos e algumas cinzas volantes [19]. Na Suécia, foram contabilizadas 300.000 habitações executadas com betão à base de agregados contendo urânio, com um aumento do risco de leucemia em crianças e jovens [110]. Entre 1952 e 1966, nos Estados Unidos, foram usados resíduos da exploração de urânio na construção e fundações de edifícios. Em outros edifícios deste país, foi utilizado betão feito com silicato de cálcio, outro material altamente radioativo. Também na Suécia, foi utilizada durante décadas ardósia na produção de betão, sendo descoberto mais tarde que este tipo de ardósia era muito radioativo, sendo finalmente banido. E existem ainda outros produtos altamente radioativos utilizados na construção, tais como óxidos de ferro, titânio e silício, resultantes de produção de alumínio e de cinzas da combustão do carvão [7].

Material	Concentração corrente (Bq/kg)			Concentração máxima (Bq/kg)		
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K
Materiais de construção						
Betão	40	30	400	240	190	1600
Betão leve	60	40	430	2600	190	1600
Tijolos cerâmicos	50	50	670	200	200	2000
Blocos de betão	10	10	330	25	30	700
Pedra natural	60	60	640	500	310	4000
Gesso natural	10	10	80	70	100	200
Subprodutos industriais						
Fosfogesso	390	20	60	1100	160	300
Escórias	270	70	240	2100	340	1000
Cinzas de carvão	180	100	650	1100	300	1500

Tabela 6: Radioatividade corrente e máxima em materiais de construção e subprodutos industriais.

Seria adequado estabelecer para os fabricantes de materiais a obrigação de indicar o grau de radioatividade de seus produtos. Curiosamente, esta obrigação não existe na Europa ou nos Estados Unidos, mas na China [100].

2.3.4. A luz e a cor.

A luz, como vimos, é a radiação eletromagnética que é visível para nós, que ocupa o espectro de frequências situado entre os raios ultravioletas e os infravermelhos, ou seja, as frequências com comprimentos de onda entre 400 e 700 nm (nanómetros). Cada cor visível corresponde a uma frequência particular, tendo sido calculado que o olho humano pode distinguir até 100 milhões de cores. A luz branca contém todas as frequências visíveis, e quando, devido à refração, reflexão e polarização, predomina uma banda de frequências, as cores aparecem. Quando vemos um objeto de uma cor, é porque o objeto absorve todas as frequências exceto as correspondentes a essa cor, que são reflectidas e atingem nossas retinas, onde se decompõem em sinais elétricos para o cérebro, recompondo-se lá com as características indicadas [7].

2.3.4.1. Iluminação artificial saudável.

A luz natural é um elemento que dá a vida em edifícios. Além das propriedades bactericidas da radiação ultravioleta, estão a estimulação e alegria fornecidas pelos espaços luminosos, em comparação com o deprimente e sombrio que podem ser os espaços escuros. O estilo de vida que levamos hoje nos leva a gastar grande parte do ano sem a luz solar natural. Passamos cerca de 80% do tempo dentro de edifícios, sendo a falta de luz solar causa de apatia, depressão, desânimo, cansaço, etc., doenças que geralmente são mais frequentes nos meses e nos países onde há maior falta de luz natural [111]. Nossos escritórios, residências, hospitais, escolas, etc. são mal iluminados e raramente têm luz natural. Por isso, é essencial fazer uma escolha correta da iluminação artificial, tentando fazê-la parecer o mais natural possível, levando em conta três variáveis: a intensidade luminosa, o espectro cromático e a temperatura de cor.

a) A intensidade luminosa.

O fluxo luminoso de qualquer fonte de luz é projetado em todas as direções. A iluminação ou intensidade luminosa é o fluxo luminoso que recebe determinada superfície situada a uma certa distância da fonte. É medida em lux, que equivale a lumen/m² [99].

Um dia ensolarado de verão oferece a pleno sol 100.000 lux e 10.000 lux na sombra. Um dia nublado, de 10.000 a 20.000 lux. A noite de lua cheia, 0,2 lux [112]. Os seres humanos precisam de uma intensidade de luz de 800-1.000 lux para o nosso corpo produzir melatonina, a hormona do sono, bem como dopamina e serotonina, as hormonas da atividade [7]. O adequado para a saúde seria uma iluminância mínima de 2.000 lux. No entanto, em nossos edifícios, é comum encontrar valores bem mais baixos: por exemplo, de acordo com a norma europeia de iluminação de interiores UNE 12464.1 [113], na rampa de acesso a um estacionamento, a iluminância média deve ser de 300 lux, em uma fábrica de montagem de veículos, 500 lux, e em um escritório de desenho técnico, 750 lux. Obviamente, a iluminância em habitações é habitualmente muito menor, mesmo de apenas 100 lux. Se comparamos esses valores com aqueles no exterior, vemos que as intensidades luminosas que temos normalmente no interior dos edifícios são inadequadas e não nos permitem superar a sonolência e estar visualmente acordados.

b) O espectro cromático.

Para que a iluminação dos interiores seja o mais saudável possível, também deve ter características de cor semelhantes à luz natural, uma vez que a não exposição à luz semelhante ao sol por um tempo pode causar doenças como dores de cabeça, falta de concentração e ainda a depressão, que é especialmente notável com as lâmpadas fluorescentes [114]. Há lâmpadas que imitam o espectro de cores do sol (Figuras 13, 14 e 15), que podem ser halogéneas, fluorescentes compactas (CFL) ou de díodos emissores de luz (LED), sendo estas últimas as mais desejáveis do ponto de vista da saúde [111, 115].

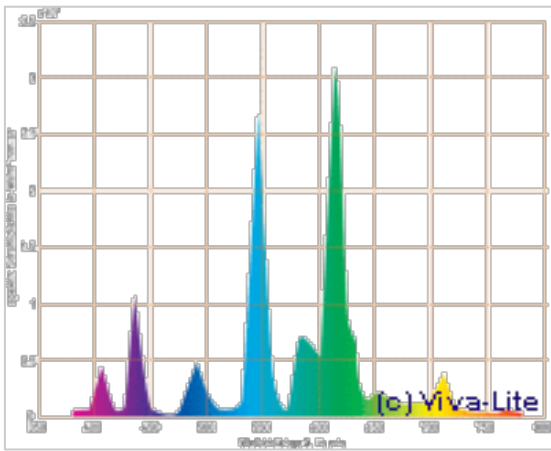


Figura 13: espectro cromático de lâmpada convencional.

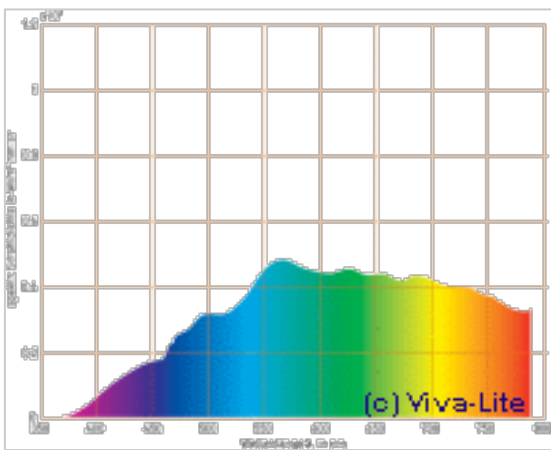


Figura 14: espectro cromático da luz do sol.

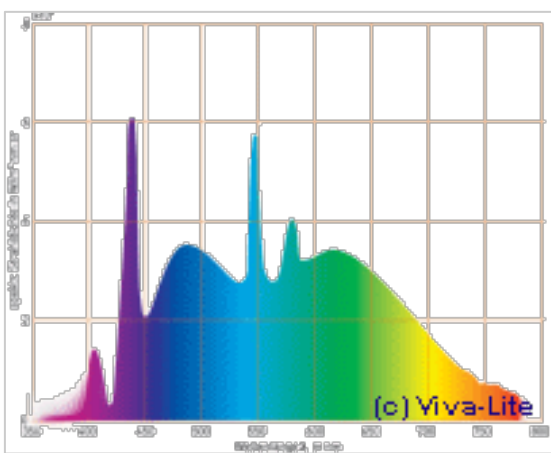


Figura 15: espectro de lâmpada de espectro total.

c) Temperatura de cor.

Como temos dito, cada fonte de luz tem um particular espectro de cores que dá diferentes características, entre elas, a temperatura de cor ou cor aparente particular, que é medida em Kelvin (K), e que pode ter efeitos psicológicos determinados [7].

A luz natural branca emitida pelo sol em céu claro tem uma temperatura de cor que varia de 5.000 K no auge e 2.000 K no horizonte. A luz quente, de aparência amarelo tendendo ao avermelhado, tem uma temperatura de cor de cerca de 3.000 K ou menos. A luz fria, de aparência azul tendendo ao violeta, tem uma temperatura de cor de cerca de 8.000 K a 10.000 K. As lâmpadas incandescentes e halogêneas são geralmente mais quentes do que as fluorescentes. As cores quentes dão volume, corpo e relevo às imagens que iluminam enquanto as frias achatam e esfumam as imagens [7].

Nosso organismo oferece respostas diferentes para a luz, a cor e os diferentes espectros cromáticos. Em experiências conduzidas em laboratórios das empresas de iluminação Philips e Mazda, mostrou-se que pessoas que permaneceram com os olhos vendados sofreram variações na temperatura externa do corpo quando eram variadas as cores das paredes do recinto, que aumentava com os tons quentes e baixava com os frios. Também influenciam a resposta neuromuscular: uma pessoa com óculos de vidros verdes escuros perde até 12% da tensão muscular, e até 8% com vidros castanhos. Qualquer polarização induz respostas específicas que devemos estudar quando projetamos um edifício, a fim de explorar os seus efeitos benéficos ou, pelo menos, para evitar problemas de saúde para os ocupantes [7].

2.3.4.2. As lâmpadas fluorescentes compactas (CFL).

Normalmente, nos fóruns e livros de arquitetura ecológica, a iluminação é tratada de um ponto de vista exclusivamente ambiental, sendo recomendado o uso de lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) como medida de economia de energia. No entanto, ao fazer essas recomendações não estão a ser considerados critérios de saúde, que devem ser prioritários [116].

Por um lado, devemos ter em mente que as lâmpadas CFL contêm altas concentrações de mercúrio [116], sendo potencialmente prejudiciais em caso de rupturas, que não são incomuns. Nestes casos, os restos devem ser recolhidos rapidamente e o quarto deve ser ventilado. Além disso, no final de sua vida útil, é obrigatório o seu depósito em recipientes especiais nos chamados “pontos verdes”, como as pilhas, obrigação que é frequentemente ignorada ou simplesmente desconsiderada pelos utilizadores, resultando o aumento da poluição de mercúrio, um elemento muito tóxico para as pessoas que, como sabemos, se acumula no mar e na gordura dos peixes e acaba afetando a nossa cadeia alimentar, especialmente, as pessoas de países com um alto consumo de peixes, como o Japão, Espanha ou Portugal [32]. Só por isso, devem ser substituídas por lâmpadas de diodos emissores de luz (LED), que ainda têm uma eficiência energética superior. A Federação Alemã de Biologia da Construção e a Agência de Proteção Ambiental dos EUA alertam de que, além de libertar fumos de mercúrio, emitem 12 a 40 vezes mais radiações do que um computador [15].

Além disso, este tipo de lâmpadas oferece uma iluminação mais pobre do que as convencionais incandescentes, enquanto apresentam um espectro de cores menor, o que também as torna menos saudáveis. Segundo o biólogo Johannes Schmidt, o componente azul da luz inibe a produção de melatonina, a hormona do sono, podendo produzir insónia [15].

2.3.5. Humidade e temperatura.

Os seres humanos sentem conforto apenas numa gama de temperaturas entre 20 e 26° C e com uma humidade relativa entre 30 e 85%. Com uma humidade inferior a 50%, pode-se sentir conforto até uma temperatura de 28° C [117]. A arquitetura bioclimática (Figuras 16 e 17) permite manter edifícios nessas zonas de conforto por ventilação natural, sem ar condicionado nem aquecimento, evitando os vírus, bactérias, pólen e fungos, como a Legionella, que são libertados no ar interior pelo aquecimento e ar condicionado [7], além de que esta ventilação permite sentir as variações sazonais, o qual resulta numa melhor qualidade do ar e do bem-estar psicológico dos moradores [117].

A escolha dos materiais também afeta o grau de humidade, sendo os mais saudáveis os que são tanto permeáveis ao vapor de água quanto higroscópicos, capazes de absorver, reter e retornar a humidade, uma vez que evitam a condensação, resultando em um clima interior saudável. Os materiais com maior superfície interna, como madeira, cortiça, argila, gesso ou argamassa de cal, dão os melhores resultados [114].

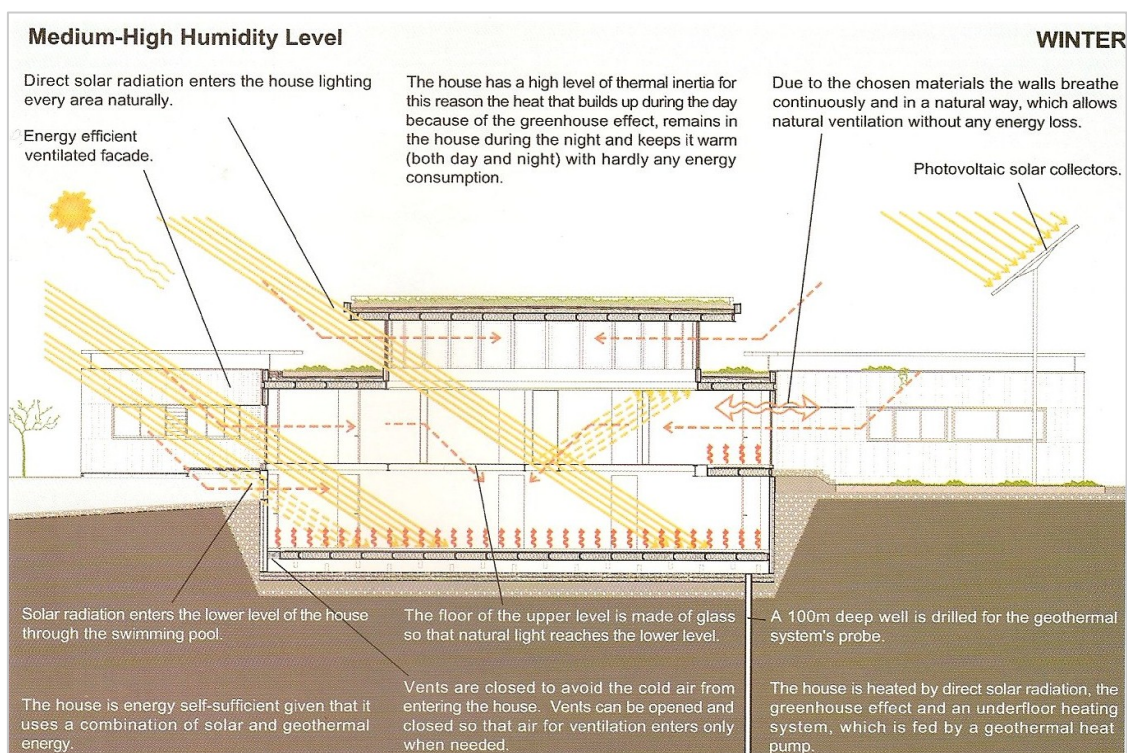


Figura 16: Mandala Eco-house (2012): esquema bioclimático (inverno).

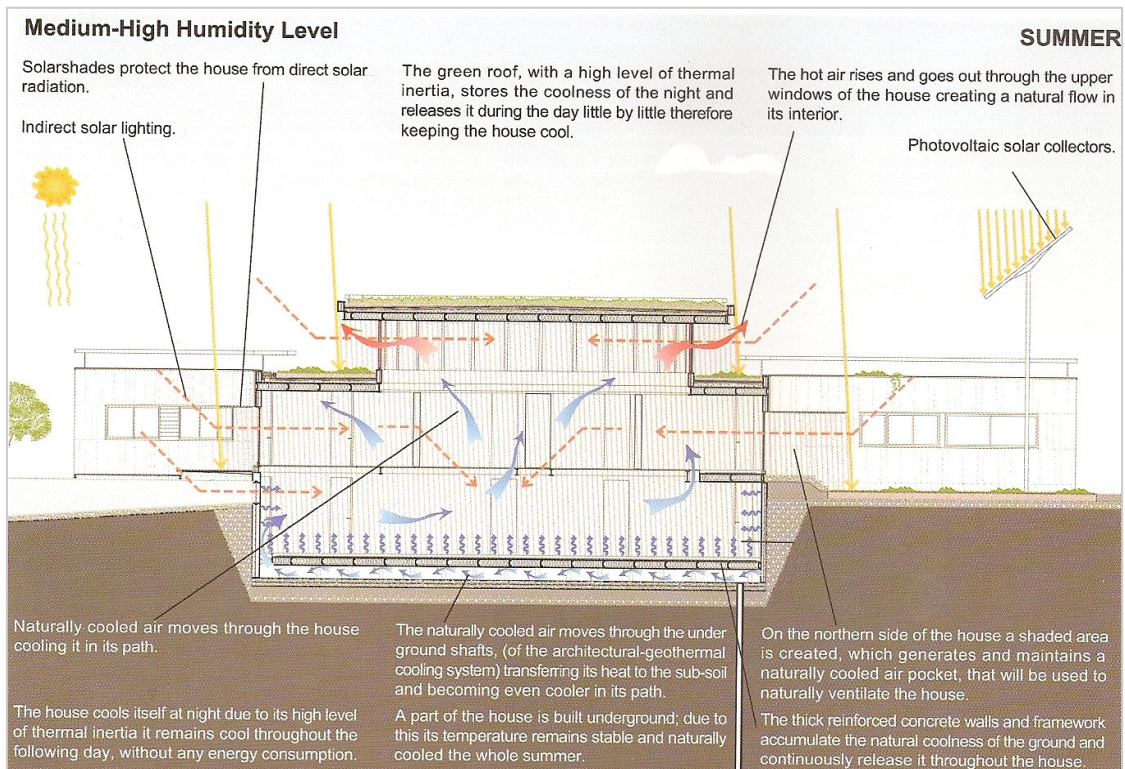


Figura 17: Mandala Eco-house (2012): esquema bioclimático (verão).

O excesso de humidade também pode causar o aparecimento de organismos prejudiciais à saúde, especialmente, em caves ou em edifícios que sofreram inundações, mas também nas zonas habitáveis dos edifícios onde ocorre condensação ou entradas de água [14].

A OMS reconhece que existem centenas de espécies de bactérias e fungos, nomeadamente, fungos filamentosos, que crescem nos interiores húmidos devido à humidade e à ventilação deficiente, que emitem esporos, fragmentos celulares, alérgenos, micotoxinas, endotoxinas, betaglucanos e COV's no ar interior, que causam reações inflamatórias e tóxicas em humanos, mas a própria OMS reconhece que ainda não foram identificadas as espécies individuais que podem causar danos à saúde, nem foram estabelecidos os níveis de exposição que podem causar doenças [14].

Muitos destes organismos permanecem no ar e depositam-se no sistema respiratório, e alguns dos esporos menores, mesmo nos alvéolos pulmonares [14].

Algumas micotoxinas interferem com a síntese do ARN e causam danos no ADN. Outras são possivelmente cancerígenas. Outras afetam o sistema nervoso central [118]. Outras

causam síndromes neurológicas e neuropsiquiátricas, enxaquecas, faringite, desordens do movimento [119] e até mesmo demência [120]. Os betaglucanos têm efeitos importantes sobre o sistema imunológico [14].

O *Alternaria tenuis* e outros bolores causam efeitos neuropsicológicos [121, 122], pulmonares [123] ou no sistema nervoso autónomo [124].

Alguns fungos produzem COV's iguais aos produzidos pelos químicos industriais, com consequências similares. Até à data, mais de 200 foram identificados, incluindo vários álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, compostos aromáticos e compostos contendo enxofre. Outros produzem asma [125]. Outros alteram a função das hormonas da pituitária [126]. Outros causam deficiências na produção da hormona do crescimento e fadiga crónica [127]. Outros, danos cerebrais similares a um traumatismo [128]. Muitos deles influem na síndrome do edifício doente [129].

Alguns dos fungos encontrados em ambientes internos húmidos são tão letais que têm sido usados até mesmo como uma arma biológica [130, 131], o que pode nos dar uma ideia do perigo potencial que o excesso de humidade supõe para a saúde.

2.3.6. Perturbações geológicas: a Geobiologia.

Existe uma disciplina chamada Geobiologia, especialmente com base na Alemanha e França, que estuda a relação entre a geologia e a saúde, procurando os lugares mais saudáveis para a vida (bióticos) atendendo à geologia, correntes de água subterrâneas, as chamadas linhas magnéticas e outros fatores. Foi iniciada pelo doutor alemão Ernst Hartmann, que em 1961 fundou o Grupo de Estudos em Geobiologia. Seu caráter científico pode ser colocado em dúvida, mas seu interesse é inegável para qualquer arquiteto, especialmente, quando observamos que muitos dos edifícios históricos da antiguidade, desde o templo de Luxor até Catedral de *Notre Dame* (Figuras 18 e 19), e até mesmo monumentos megalíticos ainda anteriores (Figuras 20 e 21), foram construídos seguindo suas regras [132].

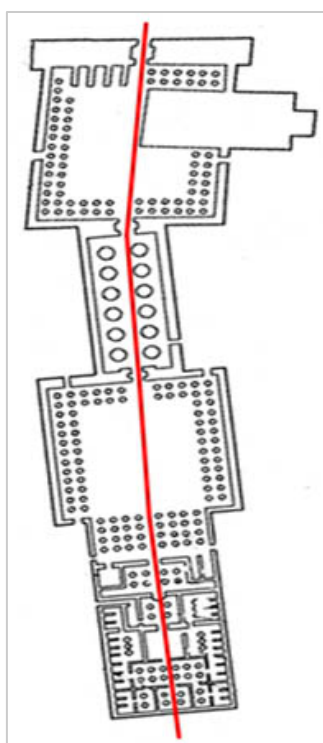


Figura 18: Templo de Luxor: linha de falha.

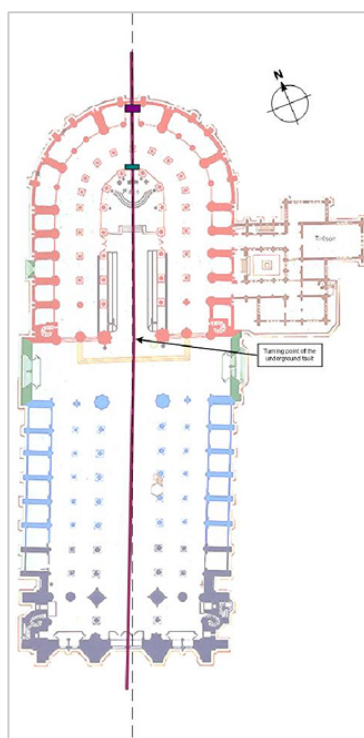


Figura 19: Catedral de Notre Dame (Paris): linha de falha.



Figura 20: Dólmenes em Gamla (Israel).

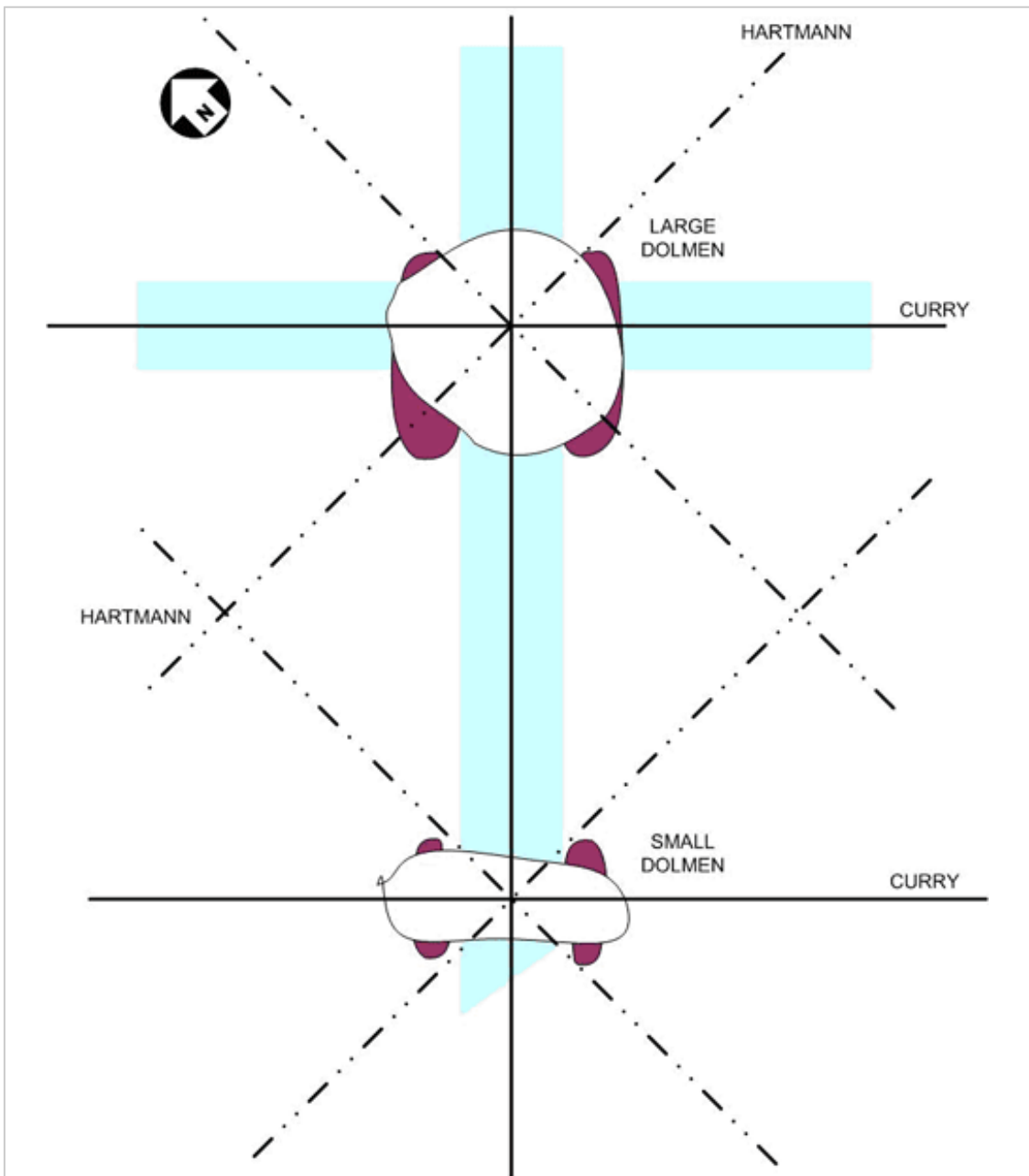


Figura 21: Dólmenes em Gamla (Israel): esquema geomagnético.

Em 1929, o cientista alemão Gustav Freiherr von Pohl estudou a relação entre a radiação terrestre e o cancro, observando uma maior incidência em zonas com perturbações geológicas como correntes de água, gás natural, falhas, diaclases, fendas ou diferentes materiais em contato, que causam reações físicas e químicas que vêm à superfície. Nos anos cinquenta, Manfred Ernst Hartmann e Manfred Curry identificaram cada um com suas redes de linhas geomagnéticas que cobrem a Terra, determinando que a atividade magnética nos pontos de cruzamento é maior, o que pode afetar a saúde negativamente [15].

A rede Hartmann é formada por linhas de 21 cm de espessura que distam entre si 2,5 m no sentido de leste-oeste e 2 m no sentido norte-sul, formando verdadeiras paredes invisíveis, que se elevam verticalmente e atravessam obstáculos físicos (terrenos e construções), pois são constituídas de energia e não de matéria [1].

A rede Curry é orientada aproximadamente segundo as diagonais da rede Hartmann. Sua malha possui uma largura média de 40 cm, e os espaços dessa rede (de centro da malha a centro da malha) medem aproximadamente 6-8 m [15]. Segundo Curry, seus efeitos patogênicos, se estivermos sobre um curso de água subterrâneo ou uma falha, são ainda mais nocivos que os da rede Hartmann [1].

A Geobiologia denomina geopatias as alterações nas funções do organismo causadas pelos locais onde estão as falhas, correntes de água e cruzamentos de linhas Hartmann e Curry. De acordo com os seus estudiosos, permanecer em um ponto ou zona patogênica pode, eventualmente, causar insônia, dores de cabeça, reumatismos, mudanças do humor, depressão e doenças mais graves [7]. Segundo alguns destes autores, tais geopatias enfraquecem a resistência das pessoas, produzindo frequentemente sintomas de medo, fibromialgia, crianças enfermiças, abortos e até mesmo cancro. Von Pohl, em seu livro *Radiações terrestres como causa de doenças* (1932), diz que 100% das pessoas que morreram de cancro de 1918 a 1928 nas populações alemãs de Vilsbiburg e Dachau tinha dormido em áreas de terra com intensa radiação (Figura 22). Hartmann observou o mesmo em todos os pacientes com cancro que ele tinha visto em 30 anos. Hager Satina, presidente da Associação Científica dos Doutores em Medicina da Alemanha, confirmou o mesmo em 100% dos 5.384 casos de cancro investigados [15].

A maneira habitual de detetar locais geopatogénicos é a radiestesia, a técnica tradicional usada pelos vedores desde o século XVI para detectar as correntes de água subterrâneas [7]. Apesar de ter praticado luminares como Newton, Galileu e Goethe, não sendo um método científico, é muitas vezes considerado com ceticismo. Há um outro método para detetar geopatias, embora não no lugar, mas nas pessoas que sofrem, a eletroacupuntura de Völl, que mede a resistência elétrica da pele em pontos que correspondem a meridianos de acupuntura, permitindo a deteção de problemas de saúde causados por alterações naturais ou por eletrosensibilidade, e também a deteção de geopatias [15].

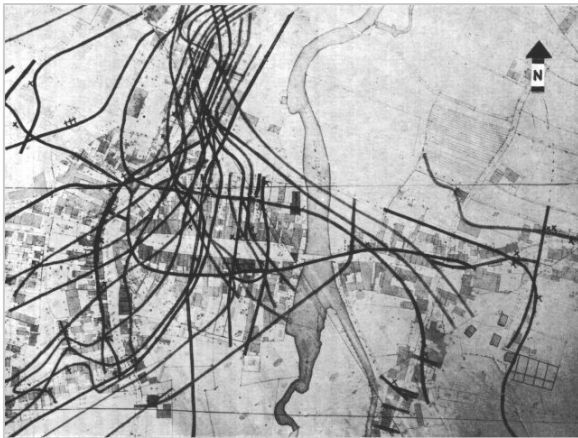


Figura 22: linhas de Von Pohl em Vilsbiburg.

3. ARQUITETURA E SAÚDE PSÍQUICA.

Temos falado até agora da parte física de saúde, a que pode ser medida por meio de procedimentos analíticos, na que lida rotineiramente a Bio-arquitetura ou Bio-construção. Mas a arquitetura também afeta a saúde psíquica ou a saúde emocional, por meio da criação de espaços e ambientes capazes de influenciar as emoções e humor das pessoas. A “máquina para habitar” de Le Corbusier não pode ser apenas uma máquina, ou, se for, deveria ter em conta as necessidades psicológicas de seus habitantes.

Todos nos temos sentido desconfortáveis em uma feia praça onde as árvores foram substituídas por blocos de betão, e os extensos campos por muros, como todos sentimo-nos em paz quando nos descalçamos na erva, em um jardim ou parque com vegetação exuberante, água e os sons naturais. Admitindo-se que um ambiente arquitetônico belo pode causar os sintomas físicos e psicológicos conhecidos como Síndrome de Stendhal [133], que incluem vertigens e alucinações, devemos refletir sobre os sintomas que podem causar um ambiente arquitetônico horrível. A experiência humana está intimamente ligada à experiência espacial, e, portanto, os espaços devem ser projetados para proporcionar emoções positivas. As emoções negativas têm a ver com a tristeza, e esta por sua vez com a depressão, uma doença séria que mesmo pode levar ao suicídio, que é a principal causa de absentismo e incapacidade no trabalho e a segunda principal doença nos Estados Unidos após a cardiopatia isquêmica, de acordo com o Instituto Nacional de Saúde Mental americano [134]. Podemos inclusive perguntar-nos sobre a influência que pode ter uma vida em um ambiente horrendo e degradado no aumento das depressões ou na agressividade de seus cidadãos, bem como nas taxas de absentismo, de suicídio e de crime.

Certa vez, Louis Kahn propôs aos seus alunos da Universidade da Pensilvânia a realização dum projeto para “um lugar onde as pessoas se sintam bem”. Antes, cada aluno devia definir esse lugar. A ideia por trás, tanto deste exercício como da sua obra, é que a arquitetura deve ser o lugar que atinge o bem-estar do homem [135]. De acordo com Le Corbusier, “Precisamos de uma arquitetura somática baseada na experiência subjetiva do usuário” [3]. Roy T. Decker foi ainda mais longe, afirmando que “como uma ferramenta terapêutica, a arquitetura

pode ampliar as possibilidades da humanidade em seu sentido mais amplo” [136].

Atualmente, a relação dos espaços na arquitetura com questões de saúde humana é objeto de estudo de disciplinas como a Psicologia Ambiental [137], criada na década de 70 e em constante desenvolvimento, e a Neuro-arquitetura, disciplina de recente criação, emergente nos Estados Unidos, que estuda a relação do cérebro com o espaço e que até mesmo tem uma Academia de Neurociência para a Arquitetura, tendo sido interpretada como o substituto científico do *Feng Shui* [138]. A Antropologia do Espaço, por sua vez, explora a relação de cada cultura com os espaços que produz e vice-versa [139].

3.1. Felicidade e saúde.

Carl Jung diagnosticou os sonhos de seus pacientes que faziam referências aos edifícios e interiores como indicativos de seu desejo de recuperar a segurança perdida do útero, ou como prova de sua tendência para a construção de muralhas defensivas na mente. Segundo James Wines, a condição universal do medo ao desconhecido e às forças da natureza é um ponto substancial de eco-filosofia [140].

De Garrido, em sua obra *Arquitetura para a felicidade* (2013) [117], propõe uma arquitetura que promove a felicidade de seus habitantes, o que influencia muito positivamente na saúde mental. Para fazer isso, começa por identificar os fatores que podem reduzir a felicidade dos ocupantes de um edifício, tais como materiais insalubres, avarias ou insegurança, e em seguida, propõe critérios que definem esse paradigma:

- Em termos de fatores que afetam a saúde e bem-estar físico, propõe edifícios que mantêm de jeito natural um equilíbrio térmico (20-26° C), mas permitem perceber a variação de temperatura sazonal; a ausência de elementos patogêneos, mediante o uso de materiais respiráveis naturais; a iluminação natural em todos os quartos, para respeitar os ritmos circadianos que regulam a segregação da serotonina (hormona da atividade) e da melatonina (hormona do sono) e evitar o quadro patológico secundário a ausência de luz (distúrbios afetivos e emocionais, insônia, stress, fadiga, etc.).

- Em termos de fatores económicos, que também afetam o bem-estar psicológico e stress, propõe a construção de habitações económicas, tecnologicamente simples para evitar avarias, bem como auto-suficientes, para reduzir o stress e produzir sensações de liberdade.

- Em termos de projeto arquitetónico, propõe formas simples, para ser facilmente assimiladas pela mente humana, como a complexidade causa rejeição e repulsa; que buscam a beleza, para produzir emoções positivas, através de proporções harmoniosas, ordem e simetria; fazer bom uso de cores, que afetam as emoções, comportamento, bem-estar e saúde; produzir uma sensação de segurança e privacidade, para evitar o medo dos perigos; e que seu projeto promova as relações humanas, que estimulam a felicidade.

3.2. Beleza e emoção.

Stendhal disse que “a beleza é uma promessa de felicidade” [117].

As diferentes teorias históricas sobre a arquitetura e a estética geralmente coincidem em que a arquitetura produz-nos emoções, divergindo apenas em sua explicação sobre a origem ou finalidade destas emoções.

Aristóteles, em seu texto *A Poética*, afirma que essas emoções existem dentro de nós, que precisam sair e que as obras de arte as fazem sair, produzindo-nos uma catarse [141].

Os arquitetos iluministas franceses Boullé (1738-1799) e Ledoux (1736-1806), propõem conjuntos de volumes puros, luzes e sombras [2], não tanto em busca da beleza como de sensações sublimes (Figuras 23 e 24), conforme a definição que Edmund Burke tinha dado do sublime em 1756 [142]: em seu tratado *A philosophical enquiry into the Origin of our Idea of the Sublime and Beautiful*, o filósofo inglês propõe a ideia de “terror do sublime”, sinalando que “todos os edificios calculados para produzir uma ideia do sublime deveriam ser escuros e sombrios”, o que caracteriza grande parte dos monumentos mais impressionantes, como as catedrais góticas [140].

Os formalistas do século XIX, como Fry, Bell e os artistas abstratos, consideram que as formas simples nos produzem emoções. Roger Fry, em seu livro *An essay in aesthetics* (1909), diz que a arte dá ordem e variedade sobre o plano sensual e arranja a apresentação sensual dos objetos sensuais para que os elementos emocionais desponham [143]. Para C. Bell, uma obra de arte causa emoção estética por causa da sua forma significativa [144]. Para Roy T. Decker, a experiência estética é a apreensão do conteúdo abstrato da forma [136].



Figura 23: Étienne-Louis Boullée: Cenotáfio piramidal.

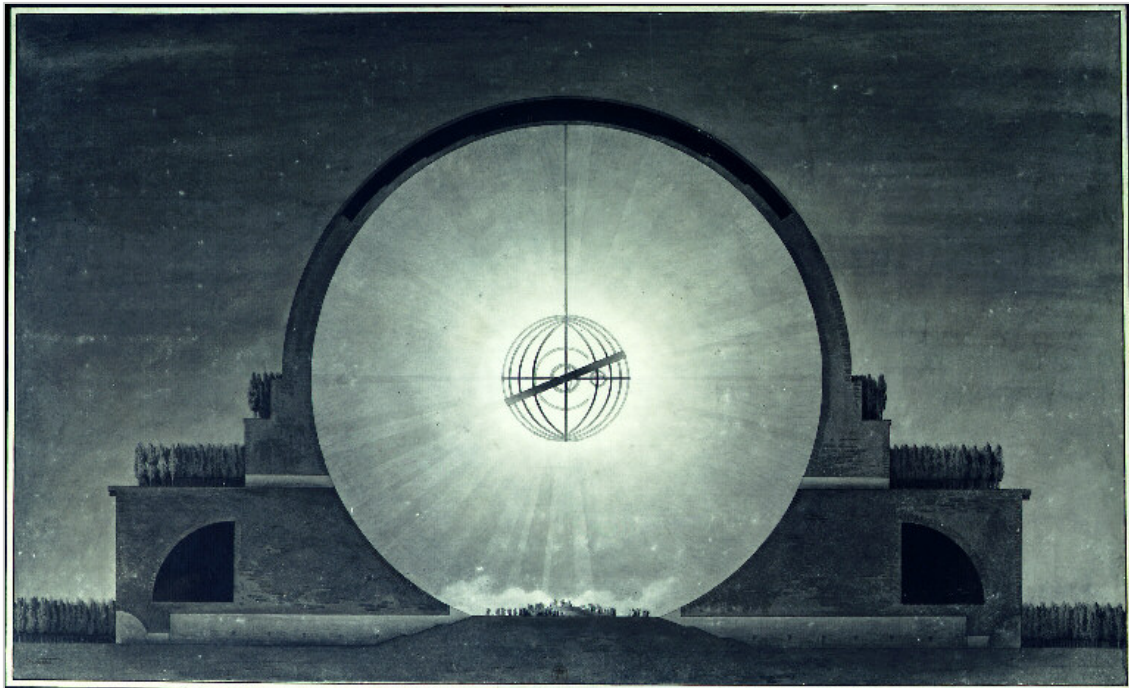


Figura 24: Étienne-Louis Boullée: Cenotáfio a Newton.

De acordo com Le Corbusier, “o propósito da construção é fazer que as coisas fiquem juntas; o da arquitetura é nos comover. A emoção arquitetural existe quando a obra nos coloca em sintonia com um universo cujas leis obedecemos, reconhecemos e respeitamos. Quando certas harmonias são alcançadas, a obra nos captura. A arquitetura é uma questão de harmonias, uma pura criação do espírito” [145]. O genial arquiteto disse também que “cubos, cones, esferas, cilindros ou pirâmides são as grandes formas primárias que a luz revela com vantagem; a imagem delas é distinta e tangível para nós e sem ambiguidade. Esta é a razão por que estas são as formas belas, as formas mais belas. Esta é a verdadeira essência das artes plásticas” [2].

A Teoria Ideal da arte de Benedetto Croce e Robin G. Collingwood, proposta por estes autores nas suas respectivas obras *L'Estetica come scienza dell'espressione e linguística generale* (1902) e *The Principles of Art* (1938), tem apoio na ideia de que a arte é uma forma sofisticada da necessidade humana de encontrar uma expressão para as emoções que sofremos [143]. A teoria da *Einfühlung*, que pode ser traduzida como empatia [146] ou simpatia [147], foi desenvolvida no século XIX por Robert Vischer (*Das Optische Formgefühl*, 1927) e Theodor Lipps (*Aesthetik*, 1927) [146]. De acordo com esta teoria, as distintas formas arquitetônicas suscitam diferentes reações em nosso corpo e em nosso espírito [147], como resultado da nossa relação com as formas do passado [146]. A teoria gestáltica da expressão, do alemão *Gestalt*, o que significa forma, figura [148], entretanto, diz que existe uma relação entre as formas e nosso comportamento físico-motor (Figura 25). Assim, Rudolf Arnheim escreveu em *The Gestalt Theory of Expression* (1966), onde fez um estudo aprofundado das diferentes formas e suas influências sobre os espectadores [149], que é possível deduzir o estado psíquico de uma pessoa observando a sua aparência física [146].

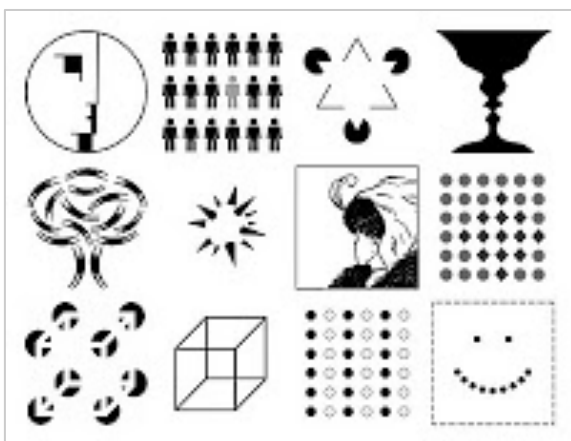


Figura 25: Formas gestálticas.

3.3. Ordem, proporção e harmonia.

Geralmente, quando se trata de beleza e arquitetura, há três conceitos que se repetem constantemente: ordem, proporção e harmonia.

A arquitetura clássica grega baseou-se na escala humana, o que implicava, sob a influência do idealismo platônico, uma ordem ou ideal de relação com base nas proporções do corpo humano, trasladando-se as correspondências da parte para o todo do corpo humano às correspondências da parte para o todo nas obras arquitetônicas. Isso levou aos conceitos de medida e módulo. E, sendo a modulação a relação das partes frente a uma unidade, a proporção seria a relação das partes entre si e com a totalidade [2].

Para os gregos, a ordem, como arranjo regular e perfeito das partes de um belo conjunto, se opõe à confusão [2], uma ideia que tem sobrevivido até hoje, como reconhecido por Rudolf Arnheim em seu livro *The dynamics of architectural form* (1977): “quando você considera que a ordem é uma qualidade que é o mesmo aceitar que abandonar, algo que você pode renunciar e ser substituído por outra coisa, o resultado não pode ser senão confusão (...). Se não houver ordem, não há maneira de dizer o que a obra está a tentar expressar” [150]. Embora, segundo Louis Kahn, o homem está dotado com um senso inato de ordem que é anterior à percepção física das coisas e que é uma fonte de alegria. Não há obra de arte que não produz alegria, embora o seu assunto possa ser trágico, cruel ou sem beleza. O silêncio é a origem da obra de arte e da alegria [135]. A ordem e o silêncio, portanto, produzem alegria.

Se a ordem foi influência de Platão, Pitágoras também influenciou a concepção grega da beleza. A crença de que certas relações numéricas refletem a estrutura harmoniosa do universo deixou-nos, entre outras relações, a conhecida como proporção áurea (Figura 26), continuamente presente quer na estrutura dos seres vivos quer na arquitetura, desde os gregos até o Movimento Moderno [150]. A importância das relações matemáticas em arquitetura e na percepção da beleza tem sido muito estudada e podem ser citados como exemplos o texto de Colin Rowe *A matemática da casa ideal* (1947) ou o livro *Estética da proporção na natureza e nas artes* (1927), de Matila Ghyca.

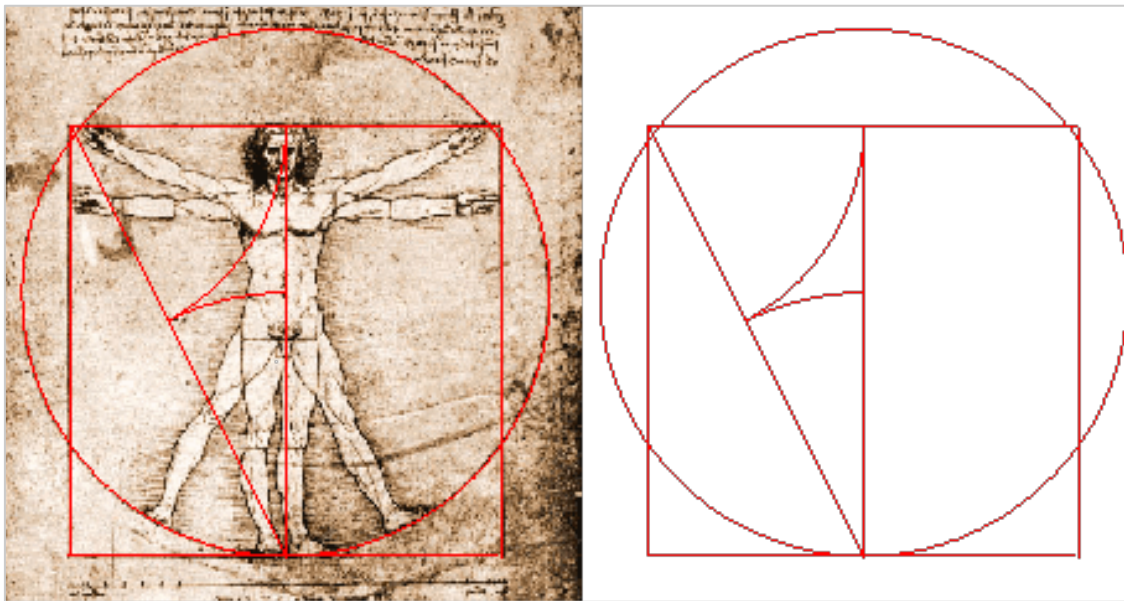


Figura 26: Leonardo da Vinci: estudos da proporção áurea

Os arquitetos renascentistas deram também grande importância às relações matemáticas. Em seu livro *Os Quatro Livros de Arquitetura* (1570), Andrea Palladio propôs “as sete formas de quarto mais belas e proporcionadas”, baseadas precisamente nessas relações, ligando também a altura com as outras proporções, alegando que “a beleza surgirá da forma e da correspondência do todo com as partes, destas entre si e, mais uma vez, destas com o todo” [150].

Le Corbusier desenvolveu seu próprio sistema de proporcionalidade, a fim de manter a escala humana em todos os lugares, pois considerava os meios de medida clássicos como “infinitamente ricos e subtis, pois eles faziam parte das matemáticas do corpo humano, ágil, elegante e sólido, fonte da harmonia que nos move, a beleza”. Em 1948, publicou *O Modulor, medida harmônica à escala humana, aplicável universalmente em Arquitetura e Mecânica* (Figura 27), usando-o extensivamente na *Unité d'Habitation* de Marselha (1946-1952), e publicando o *Modulor II* em 1954 [150]. No Japão, na segunda metade da Idade Média, foi introduzida sua própria medida, o *Ken*, que evoluiu para o módulo de estética que regia a estrutura, materiais e espaço da arquitetura japonesa (Figura 28) [150].

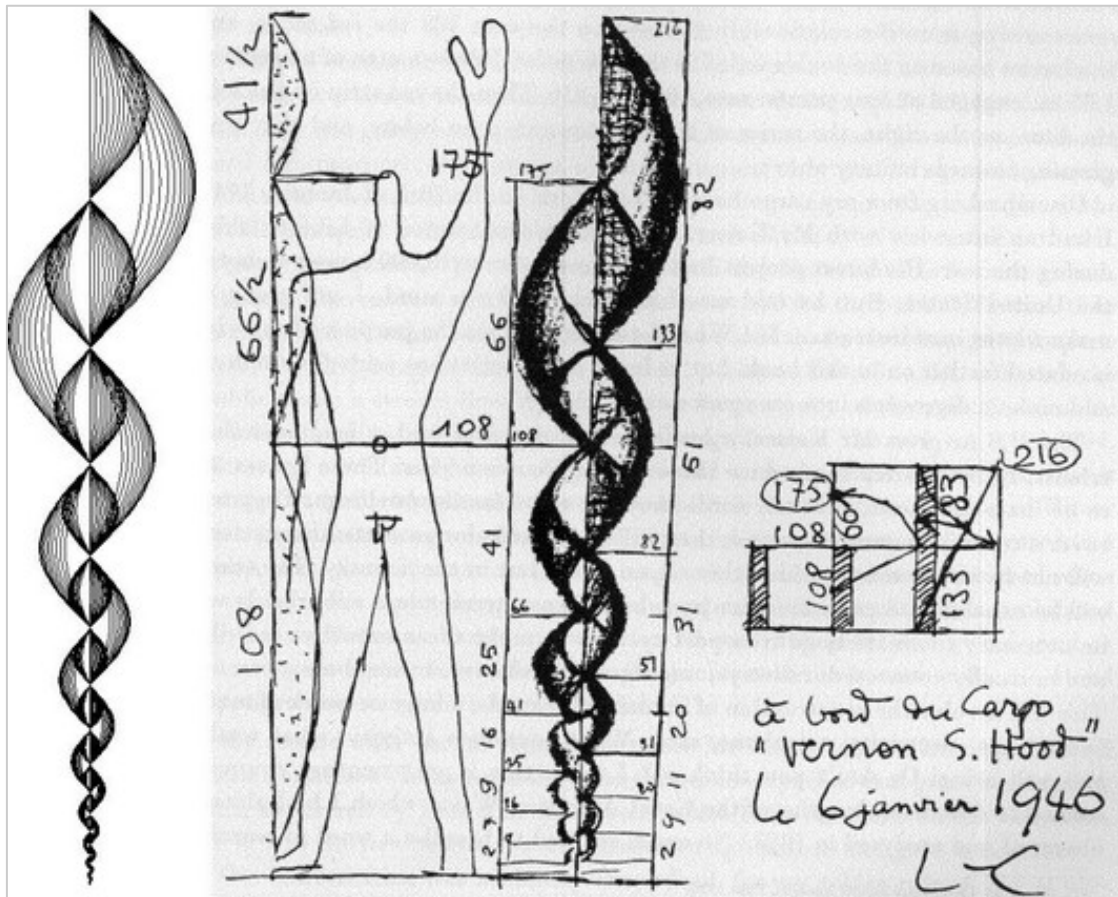


Figura 27: Le Corbusier: O Modulor.



Figura 28: Edifício baseado no Ken.

Em conclusão, não querendo colocar limites na arquitetura, parece razoável ter em conta estes conceitos desde uma perspectiva de bem-estar psíquico.

3.4. O *Feng Shui*.

Os antigos chineses usavam algumas técnicas e ferramentas derivadas do *I Ching* ou *Livro das Mutações* para localizar o lugar onde seus antepassados poderiam encontrar a paz eterna. Com o tempo, essas mesmas técnicas foram aplicadas para encontrar o lugar mais propício para construir todos os tipos de edifícios e, finalmente, para a definição completa das construções [7].

O *Feng Shui* é a arte que reflete esse conhecimento. Literalmente significa “vento e água”, e faz referência a uma forma de energia presente na natureza e nos seres vivos chamada *Qi* ou *Chi* para os chineses, *Ki* para os japoneses, *Prana* para os hindus, que viaja com o vento e se detém na água. Seu fluxo seria modificado pelos objetos físicos, os espaços, as orientações (de cada ponto cardeal emanaria uma energia particular) e pelas mudanças temporais, e o objetivo do *Feng Shui* seria conseguir deter este fluxo de energia positiva na água do nosso corpo a fim de o aproveitar em forma de saúde e felicidade. A arquitetura, portanto, poderia ser utilizada para esse fim, modificando adequadamente o fluxo do *Qi*, e por isso são estudadas quer as formas (montanhas, rios, formas das habitações e ubiquações dos distintos espaços e até mesmo dos móveis) quer as orientações (Figura 29). Para as pessoas pertencentes a esta cultura, os edifícios construídos de acordo com os princípios do *Feng Shui*, além de saúde, proporcionam harmonia e equilíbrio para ambos os lugares e os seus moradores, e por isso são estudados por todos os tipos de profissionais, incluindo arquitetos e engenheiros, mesmo nas universidades [8].



Figura 29: Ba-Gua: áreas Feng Shui.

3.5. A relação com o lugar.

Não só na China, mas em todo o mundo, os povos da antiguidade concederam grande importância à localização e orientação dos edifícios e monumentos, nomeadamente os de carácter religioso. A Sagrada Família, *Notre Dame* ou o Vaticano estão localizados em pontos energeticamente ativos, pois considerava-se que esses lugares elevavam o espírito e, portanto, facilitavam o contato com a divindade [15].

Os excessos do racionalismo e tecnocracia do movimento moderno também começaram a ser revistos no Ocidente desde os anos sessenta. Joseph Rykwert e Bernard Rudofsky, autor da exposição e catálogos *Arquitetura sem Arquitetos* (1964), sustentam a ideia de que a arquitetura dos arquitetos é incapaz de produzir uma beleza comparável à de edifícios das culturas tradicionais. As ciências humanas e a semiótica convergem neste momento com a arquitetura, que tende a uma nova humanização. A teorização de Christian Norberg-Schulz, que procura articular as contribuições da psicologia, sociologia, semiótica, antropologia cultural ou fisiologia, incluindo a *Gestalt* e as teorias da percepção infantil do espaço de Jean Piaget, centra-se desde seu trabalho *Genius Loci* (1979) sobre a ideia de lugar como a chave para requalificar uma arquitetura contemporânea que tem degenerado em um objeto de consumo. A arquitetura seria, assim, a arte de criar lugar. Amos Rapoport, em seus livros *Habitação e Cultura* (1968) e *Aspectos humanos da forma urbana* (1977), estuda a relação entre o homem e o meio ambiente. Essas ideias influem cada vez em mais arquitetos contemporâneos, como Josep Muntanola que, em seu livro *A arquitetura como lugar* (1974), chega a conclusões semelhantes às de Norberg-Schulz e Rapoport [144].

Por seu lado, Nelson Goodman introduz a ideia da arquitetura *site specific*: “Os prédios estão localizados não em meros lugares físicos, mas em espaços sócio-históricos. Tomam suas identidades e algumas de suas propriedades esteticamente significantes da sua localização. Os edifícios como obras de arte são usualmente específicos do local” [151].

3.6. A relação interior/exterior.

No Japão histórico, a visão do Budismo Zen do universo como um sistema de partes inter-relacionadas mudou-se para a arquitetura como uma expressão da relação entre o interior e o exterior. Os jardins foram vistos como uma representação da última etapa para a eternidade de um jardim transcendental, produzindo algumas das relações mais profundas entre os edifícios e seu lugar na história da arquitetura (Figura 30). Infelizmente, o Japão contemporâneo reflete muito pouco dessa visão tradicional [140].

Os jardins suspensos da Babilônia foram considerados uma das sete maravilhas do mundo antigo. A *domus* romana e o mosteiro medieval eram construídos ao redor de pátios interiores que introduziam vegetação, ar, luz e água nos edifícios [2]. As medinas muçulmanas como Medina Zahara, o Alcazar de Sevilha, a Aljaferia de Zaragoza ou a Alhambra, em Granada, foram concebidas como oásis construídos onde todos os elementos naturais, como o céu, o jardim e a água penetravam no interior, eliminando as fronteiras entre o fechado e o aberto em um jeito quase neoplástico. E no barroco, a arquitetura vegetal é introduzida em contraposição à arquitetura de pedra, usando a árvore e a vegetação como elementos definidores do espaço [2]. Em suma, a integração no local e na natureza e a introdução desta em edifícios produzem harmonia, tranquilidade psicológica, em última instância, nos fazem sentir bem, além de que a vegetação, como já vimos, também favorece a ionização negativa, benéfica para a saúde, e ajuda a limpar o ar de poluentes [7].



Figura 30: Jardim japonês.

3.7. A luz e a cor.

A luz produz alegria, além de ser higiênica. A escuridão produz os efeitos opostos. Ambas influem sobre a saúde, tanto física como psicológica.

Já no Barroco, a luz e a iluminação foram os temas essenciais da arte, procurando um ilusionismo óptico derivado dos binômios forma-luz e forma-cor, enquanto o Movimento Moderno, como já mencionamos, tentou curar através da luz, ventilação, terraços, higiene e brancura, impulsionado por grandes teóricos, como Sigfried Giedion no livro *Habitar liberado. Luz, ar e abertura* (1929), ou como Le Corbusier, por meio de sua arquitetura e discursos mediáticos como *Ar, som e luz* (1934) [2].

De acordo com a definição de Le Corbusier: “A arquitetura é o jogo sábio, correto e magnífico dos volumes agrupados sob a luz”. “Nossos olhos são feitos para ver as formas sob a luz; a luz e a sombra revelam as formas” [2].

Para Louis Kahn, “A matéria é a luz extinguida. Quando a luz deixa de ser, torna-se matéria. O silêncio tende a expressar algo, a luz o cria, dá-lhe forma” [135].

A luz e a cor têm uma grande influência sobre as atividades humanas. A luz influi, através da glândula pineal, nos ciclos de sono e na secreção de diferentes hormonas que regulam o nosso corpo e que nos fazem sentir diferentes estados psicológicos. Cada cor diferente, por sua vez, produz reações diferentes em nossos corpos, que são estudadas pela disciplina de Psicologia da Cor [152]. O vermelho e o laranja, por exemplo, estimulam os sucos gástricos e o apetite. Assim, todos os restaurantes de *fast food* são pintados nessas cores. O laranja também estimula o sistema respiratório. Também dão vitalidade e encorajam as pessoas apáticas, além de exercerem um efeito antiviral e estimularem o sistema imunitário, e por isso têm sido usadas por muitas culturas para o tratamento do sarampo e outras doenças virais. As cores verde, violeta e azul sedam e relaxam, sendo adequadas para quartos onde interessam a tranquilidade e o repouso. O material verde habitual nas salas de cirurgia também permite aos cirurgiões trabalhar mais tempo sem sofrer fadiga mental. A cor verde tranquiliza, reduz a pressão arterial e tem poder bactericida. O amarelo estimula a atividade mental, por isso é mais adequado para os

locais de trabalho e estudo. É uma cor irritante, não adequada para os quartos das crianças. O rosa também estimula a atividade mental e é adequada para pessoas com depressão. Também inibe a raiva e pode ser recomendada para prisões. O preto é deprimente, induz fadiga, sono e tristeza, enquanto o branco dá força e vitalidade, bom humor e é bactericida. Há até mesmo uma corrente terapêutica chamada Cromoterapia que, precisamente, é baseada no uso de cores para o tratamento de algumas doenças [7, 117].

Porém, devemos ter em mente que quando o nosso cérebro recebe demasiados sinais de uma cor particular, ocorre stress por superestimulação. Esta polarização que produz um único tom de cor no cérebro, especialmente se for um tom intenso, pode resultar desequilibrante e até mesmo provocar agressividade a longo prazo. Para evitar isso, devemos tentar complementar os tons da luz incidente e a luz refletida em cada espaço de modo que, quando somados, o resultado será sempre a cor branca, que contém todas as frequências cromáticas. Ficou provado que a fadiga mental e ocular de pessoas que permanecem quatro horas diante de um computador cujo ecrã reproduz certas cores reduz-se quando são colocados objetos de cores complementares ao redor do ecrã [7].

4. CONCLUSÕES.

Este trabalho pretende ser apenas uma introdução geral às questões que afetam a saúde em relação à arquitetura. Cada um dos pontos comentados poderia ser por si mesmo o sujeito de uma dissertação, e ser expandido com as novas descobertas. A implementação de novas tecnologias telefônicas 4G-LTE, por exemplo, está ocorrendo nestes momentos sem qualquer questionamento de suas consequências para a saúde, quando os primeiros relatórios alertam que suas irradiações são muito superiores às tecnologias 3G. As doenças ambientais causadas pelo chumbo, amianto e fumo de tabaco não parecem ter servido para encontrar uma maior cautela na implementação de novas tecnologias e materiais em edifícios. Em Itália, por exemplo, começam a ser objeto de julgamento casos derivados de doenças provocadas pela radiação, semelhantes aos primeiros casos decorrentes do dano pelo tabaco nos Estados Unidos. Existem já centenas de sites a visar estas questões, e alguns livros, mas ainda não há um corpo estabelecido de doutrina que pode ser incorporado aos estudos universitários de arquitetura e engenharia civil, o que deixa esses estudos na parte de trás do conhecimento, quando o seu lugar natural é a vanguarda. Poderiam eventualmente ser os arquitetos ou os engenheiros responsáveis pelos danos à saúde causados pela má escolha de materiais, derivada de sua própria ignorância? Provavelmente, num futuro, sim.

Quanto à saúde psicológica dos ocupantes, não é a intenção deste trabalho colocar limites à arquitetura, mas é inegável, do ponto de vista da saúde, que a harmonia das formas, a luz, a sensação de segurança, a introdução de vegetação natural nos edifícios ou a integração deles no lugar influenciam positivamente as emoções e a saúde psicológica dos ocupantes e devem ser levados em conta se o que se busca é uma arquitetura física e mentalmente saudável, capaz de criar espaços que acordam emoções positivas, produzir alegria e fazer sentir bem os seus ocupantes. Um edifício formal e tecnologicamente inovador, mas que é deprimente para seus usuários ou lhes causa medos, não pode ser um bom edifício e possivelmente não deve ser construído. A arquitetura deve servir ao homem e não o homem servir à arquitetura.

5. REFERÊNCIAS.

- [1] La Maya, Jacques - *Medicina da habitação* (9ª edição). Roca, São Paulo, 1994.
- [2] Alonso Pereira, José Ramón – *Introducción a la Historia de la Arquitectura*. Universidade da Coruña, 1995. ISBN 84-88301-96-0.
- [3]<http://www.cambioconsciente.org/2012/hundertwasser-arquitectura-y-salud-ii/#more-346>, disponível o 5-10-13.
- [4] www.associacioapquia.org, disponível o 5-10-13.
- [5] *A contracorrente*. Televisión Española, S.A., 2001, <http://vimeo.com/10668627>, disponível o 5-10-13.
- [6] *Ondas*. Televisión Española, S.A. <http://www.rtve.es/alacarta/videos/tres14/tres14-ondas/764910/>, (a partir do 3º minuto), disponível o 5-10-13.
- [7] Bueno, Mariano - *El gran libro de la casa sana*. Martínez Roca, 1992 (11ª edição, Julho 2011). ISBN 978-84-270-1661-3.
- [8] Plée, Henry - *El arte sublime y último de los puntos vitales*. Budo Éditions, Noisy-sur-École, Francia, 2000. ISBN 2-908580-99-3.
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Sick_building_syndrome, disponível o 5-10-13.
- [10]http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portal/com/bin/salud/contenidos/RiesgosProfesionales/RiesgosComunes/Sindromedeledificioenfermo/1159359478346_sindrome_del_edificio_enfermo.pdf, disponível o 5-10-13.
- [11] *La trama del amianto*. Altemeier & Hornung Filmproduktion, 2011. <http://www.youtube.com/watch?v=p-aLL9jE9LI>, disponível o 5-10-13.
- [12]http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_289.pdf, disponível o 5-10-13.
- [13]http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Home%20Canal%20Salut/Ciutadania/La%20salut%20de%20la%20A%20a%20la%20Z/S/Sensibilitat_quimica_multiple/Documents/Arxius/Punto_10-Sensibilidad_quimica_multiple.pdf, disponível o 5-10-13.

[14]

http://www.policyholdersofamerica.org/doc/CIRS_PEER_REVIEWED_PAPER.pdf, disponível o 5-10-2013.

[15] León, Pere – *La buena onda*. Grijalbo, 2013. ISBN 978-84-253-5053-5.

[16]<http://www20.gencat.cat/portal/site/canalsalut/menuitem.af261f715269a25d48af8968b0c0e1a0/?vgnnextoid=a5d15f552a2da210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextchannel=a5d15f552a2da210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default>, disponível o 5-10-13.

[17] http://en.wikipedia.org/wiki/Threshold_limit_value, disponível o 5-10-13.

[18] ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20080003913_2008001482.pdf, disponível o 5-10-13.

[19] Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8.

[20] Koopman-Esseboom, C.; Weisglas-Kuperus, N.; De Ridder, M.; Van Der Paauw, C.; Tuinstra, L.; Sauer, P. (1996) *Effects of polychlorinated biphenyl/dioxina exposure and feeding type on infants mental and psychomotor development*. Pediatrics Vol. 97, pp. 700-706.

[21] IARC (1997) *Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Vol. 69. WHO, IARC, Lyon.

[22] Lanting, C; Patadins, S; Fidler, V.; Weisglas-Kuperus, N.; Sauer, P.; Boersma, E.; Touwen, B. (1998) *Neurologic condition in 42-month-old children in relation to pre-and postnatal exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins*. Early Human Development Vol. 50, pp.700-706.

[23] Lovekamp-Swan, T.; Davis, B. (2003) *Mechanisms of phtalate ester toxicity in the female repsoductive system*. Environ Health Perspect Vol. 111, pp. 139-145.

[24] Hauser, R.; Calafat, A. (2005) *Phtalates and human health*. Occup Environ Med Vol. 62, pp. 806-818.

[25] Heudorf, U.; Mersch-Sundermann, V.; Angerer, J. (2007) *Phtalates: Toxicology and exposure*. International Journal of Hygiene and Environmental Health Vol. 210, pp. 623-634.

[26] Wolff, M.; Engel, S.; Berkowitz, G.; Ye, X.; Silva, M.; Zhu, C. (2008) *Prenatal phenol and phtalate exposures and birth outcomes*. Environ Health Perspect Vol. 116, pp. 1092-1097.

- [27] Swan, S. (2008) *Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans*. Environ Res Vol. 108, pp. 177-184.
- [28] Meeker, J. et al. (2009) *Urinary Phthalate Metabolites in Relation to Preterm Birth in Mexico City*. Environ Health Perspect Vol. 117, pp. 1587-1592.
- [29] Oppenhuizen, A.; Sijm, D. (1990) *Bioaccumulation and biotransformation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in fish*. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 9, pp. 175-186.
- [30] Tillitt et al. (1993) *Dioxin-like toxic potency in Forster's tern eggs from Green Bay, Lake Michigan, North America*. Chemosphere Vol. 26, pp. 2079-2084.
- [31] Thornton, J. (2002) *Environmental impacts of polyvinyl chloride (PVC) building materials*. ISBN 0-9724632-0-8, University of Oregon.
- [32] *Homo toxicus (1-2)*. Avant qu'il ne soit trop tard inc., 2008.
http://www.youtube.com/watch?v=rrFhfu3U_VM, disponible o 5-10-13.
- [33] Sterling, D. (1985) *Indoor air and human healths. Volatile organic compounds in indoor air. An overview of sources, concentrations, and health effects*. Ed. Gammage, R. Jacobs, V.; pp. 387.
- [34] Samfield, M. (1992) *Indoor air quality data base for organic compounds*. EPA-600/13.
- [35] Hansen, S; Burroughs, H. (1999) *Classifying indoor air problems. Managing indoor air quality*. Fairmont Press, pp. 62-63.
- [36] Troesken, W. (2006) *The great lead water pipe disaster*. Cambridge, MIT Press.
- [37] <http://es.wikipedia.org/wiki/Asbesto>, disponible o 5-10-13.
- [38] Bianchi, C. et al. (1997) *Latency periods in asbestos-related mesothelioma of the pleura*. European Journal of Cancer Prevention, Vol. 6, pp. 162-166.
- [39] Jarvholm, B. et al. (1999) *Pleural mesothelioma in Sweden: An analysis of the incidence according to the use of asbestos*. Occupational and Environmental Medicine, Vol. 56, pp. 110-113.
- [40] Azuma, K. et al. (2009) *Mesothelioma risk and environmental exposure to asbestos: Past and future trends in Japan*. International Journal of Occupational and Environmental Health, Vol. 15, pp. 166-172.
- [41] Akira, M. (2010) *Asbestosis: IPF or NSIP-like lesions in asbestos-exposed persons, and such independency*. Japanese Journal of Chest Diseases, Vol. 69, pp. 38-44.

- [42] Ladou, J. (2004) *The asbestos cancer epidemic*. Environmental Health Perspectives, Vol. 112, PP. 285-290.
- [43] Silverstein, M. et al. (2009) Developments in asbestos cancer risk assessment. American Journal of Industrial Medicine, Vol. 52, pp. 850-858.
- [44] Antonescu-Turcu, A.; Schapira, R. (2010) *Parenchymal and airway diseases caused by asbestos*. Current Opinion in Pulmonary Medicine, Vol. 16, pp. 155-161.
- [45] Pereira, L. (2008) Amianto: Medidas para a implementação de um plano de controlo num edifício. Dissertação de Mestrado, FCT/UNL, Lisboa, 2008.
- [46] Borderes, A. (2000) *Vitrification of the incineration residues*. Revue Verre Vol. 6, pp. 1-2.
- [47] Downey, A.; Timmons, D. (2005) *Study into the applicability of thermochemical conversion technology to legacy asbestos wastes in the UK*. WM'05 Conference, Tucson, USA.
- [48] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Saturnismo>, disponível o 5-10-13.
- [49] Camacho, Marjorie; Valverde, Giselle; Wittingham, Maritza (1984) *Intoxicación por plomo*. Revista Médica de Costa Rica, nº 487, pp. 65-70.
- [50] Hodge, A. (1981) *Vitruvius, lead pipes and lead poisoning*. American Journal of Archaeology, Vol. 85, pp. 719-743.
- [51] Dutrizac, J. et al. (1982) *Roman lead plumbing: Did it really contribute to the decline and fall of the empire*. CIM Bulletin, Vol. 75, pp. 111-115.
- [52] Nriagu, J. (1983) *Saturnine gout among Roman aristocrats. Did lead poisoning contribute to the fall of the empire?* New England Journal of Medicine, Vol. 308, pp. 660-663.
- [53] Zietz, B. et al. (2009) *Lead pollution of drinking water in lower saxony from corrosion of pipe materials*. Gesundheitswesen, Vol. 71, pp. 265-274.
- [54] Pocock, S. et al. (1994) *Environmental lead and children's intelligence: A systematic review of the epidemiological evidence*. British Medical Journal, Vol. 309, pp. 1189-1197.
- [55] Wilhelm, M.; Dieter, H. (2003) *Lead exposure via drinking water-Unnecessary and avoidable*. Umweltmedizin in Forschung und Praxis, Vol. 8, pp. 239-241.
- [56] Canfield, R. et al. (2003) *Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 micrograms per deciliter*. New England Journal of Medicine, Vol. 348, pp. 1517-1526.
- [57] Troesken, W. (2006) *The great lead water pipe disaster*. Cambridge, MIT Press.
- [58] Labat, L. et al. (2006) *Variabilité de la mesure de la plombémie pour de faibles*

concentrations proches du seuil de 100 microgrammes/l: étude multicentrique. Ann Toxicol Vol. 18, pp. 297-304.

[59] Tararbit, K. et al. (2009) *Occurrence of lead poisoning during follow-up of children and risk with initial screening lead blood levels below 100 micrograms/l.* Revue d'Epidemiologie et de Sante Publique, Vol. 57, pp.249-255.

[60] Rabin, R. (2008) *The lead industry and lead water pipes "A modest campaign".* American Journal of Public Health, Vol. 98, pp. 1584-1592.

[61] Papadopoulos, I. (1999) *Revision of the council directive on the quality of water intended for human consumption.* The Environmentalist, Vol, 19, pp. 23-26.

[62] Hayes, C. (2009) *Plumbosolvency control. Best practice guide.* IWA Specialista Group of Metals and Related Substances in Drinking Water. Cost 637.

[63] Bendala Álvarez, Fernando - *¿Qué pasa aquí? Manual práctico para la investigación y diagnóstico de las lesiones de la edificación.* La Ley, Madrid, 2012. ISBN 978-84-8126-417-3.

[64] Rahman, R. (2007) *PVC Pipe & fittings: Underground solutions for water and sewer systems in North America.* 2nd Brazilian PVC Congress, Sao Paulo, Brazil.

[65] Thornton, J. (2002) *Environmental impacts of PVC building materials.* ISBN 0-9724632-0-8, University of Oregon.

[66] Hoch, M. (2001) *Organotin compounds in the environment – An overview.* Applied Geochemistry, Vol. ?, pp.719-743.

[67] Wu, C. (1989) *Discussion on fire safety factos from case studies of building fires.* Master Thesis, University of Taiwan.

[68] Sadiki, A.; Williams, D. (1996) *Speciation of organotin and organolead compounds in drinking water by gas chromatography-atomic emission spectrometry.* Chemosphere, Vol. 32, pp.1983-1992.

[69] Forsyth, D.; Jay, B. (1997) *Organotin leachates in drinking water from chlorinated polyvinyl chloride (CPVC) pipe.* Applied Organometallic Chemistry, Vol. 11, pp. 551-558.

[70] Sadiki, A. et al. (1996) *Pilot study on the contamination of drinking water by organotin compounds from PVC materials.* Chemosphere, Vol. 32, 2389-2398.

[71] Stern, B.; Lagos, G. (2008) *Are there health risks from the migration of chemical substances from plastic pipes into drinking water? A review.* Human and Ecological Risk Assessment, Vol. 14, pp. 753-779.

[72] Fristachi, A. et al. (2009) *Using probabilistic models to evaluate human exposure to*

organotin in drinking water transported by PVC pipe. Risk Analysis, Vol. 29, pp. 1615-1628.

[73] Marczynski, B. et al. (1992) *DNA damage in human white blood cells after inhalation exposure to 4,4' -methylenediphenyl diisocyanate (MDI) – case report*. Toxicol. Lett. Vol. 60, pp. 131-138.

[74] Varma, R.; Mulay, S. (2006) *The Bhopal accident and methyl Isocyanate toxicity. Toxicology of Organophosphate and Carbonate Compounds*, pp. 79-88.

[75] Satyanard, T. (2008) *Aftermath of the Bhopal accident*. The Lancet, Vol. 371, pp. 1900.

[76] Littorin, M. et al. (1994) *Acute respiratory disorder, rhinoconjunctivitis and fever associated with the pyrolysis of polyurethane derived from diphenylmethane diisocyanate*. Scand J Work Environ Health, Vol. 20, pp. 216-222.

[77] Skarping, G. et al. (1996) *Biomarkers of exposure, antibodies, and respiratory symptoms in workers heating polyurethane glue*. Occup. Environ. Med. Vol. 53, pp. 180-187.

[78] Chester, D. et al. (2005) *Asthma death after spaying polyurethane truck bedliner*. American Journal of Industrial Medicine, Vol. 48, pp. 78-84.

[79] Gann, R. et al. (1994) *Fire conditions for smoke toxicity measurements*. Fire Materials, Vol. 18, pp. 193-199.

[80] Hall, J.; Harwood, B. (1995) *Smoke or burns – which is deadlier?* National Fire Protection Association Journal, Vol. 38, pp. 38-43.

[81] Wu C. (1989) *Discussion on fire safety factors from case studies of building fires*. Master Thesis, University of Taiwan.

[82] Levin, B.; Kuligowski, E. (2005) *Toxicology of fire and smoke*. Ed. Salem H.; Katz S. Inhalation toxicology, CRC Press, pp. 205-228.

[83] Peltonen, K. et al. (1986) *Determination of the presence of bisphenol-A and the absence of diglycidyl ether of bisphenol-A in the thermal degradation products of epoxy powder paint*. American Industrial Hygiene Association Journal, Vol. 47, pp. 399-403.

[84] Tsai, W. (2006) *Human health risk on environmental exposure to bisphenol-A: A review*. Journal of Environmental Science and Health – Part C Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews, Vol. 24, pp. 225-255.

[85] Vale, P.; Rycroft, J. (1988) *Occupational irritant contact dermatitis from fiberboard containing ureaformaldehyde resin*. Contact Dermatitis, Vol. 19, pp. 62.

[86] Wilbur, S. et al. (1999) *Toxicology profile of formaldehyde*. US Department of Health

and Service DHHS, Public Health.

[87] Zhang, L. et al. (2008) *Formaldehyde exposure and leucemia: A new meta-analysis and potential mechanisms*. *Mutat. Res*, Vol. 681, pp. 150-168.

[88] Heuser, V. et al. (2005) *Comparison of genetic damage in brazilian footwear-workers exposed to solvent-based or water-based adhesive*. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, Vol. 583, pp. 85-94.

[89] Kostianien, R. (1995) *Volatile organic compounds in the indoor airo f normal and sick houses*. *Atmosferic Environment*, Vol. 29, pp. 693-702.

[90] Kwok, N. et al. (2003) *Substrate effects on VOC emissions from an interior finishing varnish*. *Building and Environment*, Vol. 38, pp. 1019-1026.

[91] Salasar, C. (2007) *Estudo sobre Emissão de Compostos Orgânicos Voláteis COVS em Tintas Imobiliárias á Base de Solvente e Água*. Dissertação de Mestrado em Química, Universidade Estadual de Londrina.

[92] IARC (1995) *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. France.

[93] UNCHS (1997) *Building Materials and Health*. HS/459/97E, ISBN 92-1-131-338-4.

[94] Edlich, R. et al. (2005) *Treated wood preservatives linked to aquatic damage, human illness, and death – A societal problem*. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, Vol. 15, pp. 209-223.

[95] ATSDR (2002) *Toxicological profile for creosote*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services, Public Health Sector, Atlanta, GA, 11 p.

[96] Smith, P. (2008) *Risks to human health and estuarine ecology posed by pulling out creosote-treated timber on oyster farms*. *Aquatic Toxicology*, Vol. 86, pp. 287-298.

[97] Pruszinski, A. (1999) *Review of the landfill disposal risks and the potential for recovery and recycling of preservative treated timber*. Environmental Protection Agency Report.

[98] Thierfelder, T.; Sandstrom, E. (2008) *The creosote contente of used railway cross-ties as compared with European stipulations for hazardous waste*. *Science of the Total Environment*, Vol. 24, pp. 106-112.

[99] Ardley, Neil / Matthews, Robert - *Física*. Circulo de Lectores, Barcelona, 1985. ISBN 84-226-1838-9.

[100] <http://www.geobiologia.org/gea/not/173-asi-fue-el-ii-congreso-de>

arquitectura-y-salud, disponível o 5-10-13.

[101] Favre, Daniel – *Mobile phone-induced honeybee worker piping* (2011).

<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs13592-011-0016-x.pdf>, disponível o 5-10-13.

[102] BioInitiative Report 2012. University at Albany, Rensselaer, New York / January 7, 2013. www.bioinitiative.org, disponível o 5-10-13.

[103] Shaw Martos, María / Willliart Torres, Amalia – *Física Nuclear: problemas resueltos*. Alianza Editorial, Madrid, 1996. ISBN 84-206-8155-5.

[104] Kovler, K. (2009) *Radiological constraints of using building materials and industrial by-products in construction*. Construction and Building Materials, Vol. 23, pp. 264-253.

[105] Chen et al. (2010) *Radon exhalation from building materials for decorative use*. Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 101, pp. 317-322.

[106] Pavlidou, S. et al (2006) *Natural radioactivity of granites as building materials*. Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 89, pp. 48-60.

[107] ICRP (1990) *Recommendations of the international commission on radiological protection*. ICRP Publication 60, Oxford, Pergamon Press.

[108] Papaefthmiou, H.; Gouseti, O. (2008) *Natural radioactivity and associated radiation hazards in building materials used in Peloponese, Greece*. Radiation Measurements, Vol. 43, pp. 399-403.

[109] Rihaneck, St. (1971) Radioactivity of phosphate plaster and phosphate gypsum. *Tonind-Ztg* Vol. 95, pp. 264-270.

[110] Axelson, O. et al (2002) *Leukemia in childhood and adolescence and exposure to ionizing radiation in homes built from uranium-containing alum shale concrete*. Epidemiology, Vol. 13, pp. 146-150.

[111] <http://www.dsalud.com/index.php?pagina=articulo&c=639>, disponível o 5-10-13.

[112] Neufert, Ernst et al. – *Arte de proyectar en arquitectura*. Gustavo Gili, Barcelona, 14ª edição, 2002. ISBN 84-252-0053-9.

[113]

http://www.lighting.philips.es/pwc_li/es_es/connect/tools_literature/assets/pdfs/Codigo_Tecnico_de_la_Edificacion.pdf, disponível o 5-10-13.

[114] Rodríguez Lledó, Camilo et al. – *Guía de Bioconstrucción*. Mandala, Madrid, 1999. ISBN 84-95052-35-0.

- [115] <http://www.viva-lite.us>, disponible o 5-10-13.
- [116] *La mentira de las bombillas de bajo consumo*. Neue Sentimental Film Austria AG und Daniel Zuta Film GmBH, 2011. <http://www.youtube.com/watch?v=iFACOBXc09U>, disponible o 5-10-13.
- [117] De Garrido, Luis – *Arquitectura para la felicidad*. Monsa, Barcelona, 2013. ISBN 978-84-15223-93-1.
- [118] Schoental R. *Fusarial mycotoxins and behaviour: possible implications for psychiatric disorder*. Br J Psychiatry 1985; 146: 115-119.
- [119] Empting LD. *Neurologic and neuropsychiatric syndrome features of mold and mycotoxins exposure*. Toxicol Indust Health 2009; 25:81.
- [120] Gordon KE, Masotti RE, Waddell WR. *Tremorgenic encephalopathy: a role of mycotoxins in the production of CNS disease in humans?* Can J Neurol Sci 1993; 20: 237-239.
- [121] Anyanwu EC, Kanu I, Nwachukwu NC, Saleh MA. *Chronic environmental exposure to Alternaria tenuis may manifest symptoms of neuropsychological illnesses: A study of 12 cases*. J Appl Sci Environ Mgt 2005; 9(3): 45-51.
- [122] Baldo JV, Ahmad L, Ruff R. *Neuropsychological performance of patients following mold exposure*. Appl Neuropsychol 2002; 9(4): 193-202.
- [123] Kilburn KH. *Indoor mold exposure associated with neurobehavioral and pulmonary impairment: a preliminary report*. Arch Environ Health 2003; 58(7): 390-398.
- [124] Rea WJ, Didriksen N, Simon TR, Pan Y, Fenyves EJ, Griffiths B. *Effects of toxic exposure to molds and mycotoxins in building-related illnesses*. Arch Environ Health 2003; 58(7): 399-405.
- [125] Dangman KH, Bracker AL, Storey E. *Work-related asthma in teachers in Connecticut schools with chronic water damage and fungal growth*. Connecticut Med 2005; 69:9-17.
- [126] Bruel KF, Kougias P, Rice PJ, Wei D, De Ponti K, Wang J, Laffan JJ, Li C, Kalbfleisch J, Williams DL. *Anterior pituitary cells express pattern recognition receptors for fungal glucans: implications for neuroendocrine immune involvement in response to fungal infections*. Neuroimmunomodulation 2004; 11(1): 1-9.
- [127] Dennis D, Robertson D, Curtis C, Black J. *Fungal exposure endocrinopathy in sinusitis with growth hormone deficiency*. Toxicol Indust Health 2009; 25:669-80.
- [128] Gordon WA, Cantor JB, Johanning E, Charatz H, Ashman TA, Breeze JL, Haddad L, Abramowitz S. *Cognitive impairment associated with toxigenic fungal exposure: a replication*

and extension of previous findings. *Applied Neuropsychology* 2004; 11(2): 65-74.

[129] Cooley JD, Wong WC, Jumper CA, Straus DC. *Correlation between the prevalence of certain fungi and sick building syndrome*. *Occup Environ Med* 1998; 55: 579-584.

[130] Casadevall A, Pirofski LA. *The weapon potential of human pathogenic fungi*. *Medical Mycology* 2006; 44: 689-696.

[131] Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR. *Medical aspects of chemical and biological warfare*. 1997; NLM Unique ID: 9709389.

[132] http://www.geobiology.co.il/articles/high_energy_4.asp, disponível o 5-10-2013.

[133] http://en.wikipedia.org/wiki/Stendhal_syndrome, disponível o 5-10-2013.

[134] Punset, Eduardo – *El viaje a la felicidad*. Destino, Barcelona, 2005. ISBN 84-233-3777-4.

[135] Giurgola, Romaldo – *Louis I. Kahn, obras y proyectos*. Gustavo Gili, Barcelona 5ª edic, 1996. ISBN 84-252-1399-1.

[136] Decker, Roy T. – *Tactility and imagination: considerations of aesthetic experience in architecture*. In Michael H. Mitias (ed.), *Philosophy and Architecture*. Rodopi, Amsterdam, 1994.

[137] http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_psychology, disponível o 5-10-13.

[138] <http://www.anfarch.org>, disponível o 5-10-13.

[139] http://en.wikipedia.org/wiki/Urban_anthropology, disponível o 5-10-13.

[140] Wines, James - *Green Architecture*. Köln, Ed. Taschen, 2008. ISBN 978-3-8365-0321-1.

[141] Goldman, Alan – *Aesthetic value*. Westlaw, Boulder, 1998.

[142] Hitchcock, Henry-Russell – *Arquitectura de los siglos XIX y XX*. Cátedra, Madrid, 1993 (4ª edição). ISBN 84-376-0275-0.

[143] Moura, Vitor – *Arte em teoria. Uma antologia de estética*. Edições Húmus, Ribeirão, 2009. ISBN 978-989-8139-28-3.

[144] Montaner, Josep Maria – *Arquitectura y crítica*. Gustavo Gili, Barcelona, 1999. ISBN 84-252-1768-7.

[145] Mitias, Michael H. - *Expression in architecture*. In Michael H. Mitias (ed.), *Philosophy and Architecture*. Rodopi, Amsterdam, 1994.

[146] Weber, Ralf – *The myth of meaningful forms*. In Michael H. Mitias (ed.), *Philosophy and Architecture*. Rodopi, Amsterdam, 1994.

[147] Zevi, Bruno – *Saber ver la arquitectura*. Apóstrofe, Barcelona, 1998. ISBN 84-455-0080-5.

[148] Müller, Heinz / Haensch, Günther - *Langenscheidts Handwörterbuch Spanisch*. Langenscheidt, Berlin, 1987. ISBN 3-468-04341-4.

[149] Arnheim, Rudolf - *The Gestalt Theory of Expression*, in *Toward a Psychology of Art*, University of California Press, Berkeley, 1966. ISBN 0-520-02161-4.

[150] Ching, Francis D.K. – *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Gustavo Gili, Barcelona, 1982 (13ª edição, 2002). ISBN 968-887-340-3.

[151] Davies, Stephen – *Is architecture art?* In Michael H. Mitias (ed.), *Philosophy and Architecture*. Rodopi, Amsterdam, 1994.

[152] http://en.wikipedia.org/wiki/Color_psychology, disponível o 5-10-13.

6. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Casa de banho inglesa, 1901.

<http://www.stylepark.com/en/news/observations-on-the-way-to-the-bathroom-part-1/289672>

Fig. 2: Cartaz do 2º congresso de arquitetura e saúde, Barcelona, 2013.

http://www.coac.net/aus/bloc/?page_id=2732#cartell

Fig. 3: Cartaz da Jornada de doenças ambientais, Madrid, 2012.

<http://www.saludgeoambiental.org/Home/Quéhacemos/Divulgación.aspx>

Fig. 4: NASA BioHome.

ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20080003913_2008001482.pdf

Fig. 5: Sustainable indoor ecosystem, Wolverton Environmental Services Inc.

ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20080003913_2008001482.pdf

Fig. 6: Produção de amianto na Índia.

<http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-pacific-10685397>

Fig. 7: Relâmpago.

<http://www.accuweather.com/en/weather-glossary/its-electric-lightning-safety/10822191>

Fig. 8: Espectro eletromagnético.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico

Fig. 9: Active Denial System ou “raio da dor”.

http://en.wikipedia.org/wiki/Active_Denial_System#Concepts_for_use

Fig. 10: Fotografia na publicidade dum “Electrosmogmeter”.

http://www.alibaba.com/product-tp/124979236/Wavecontrol_ElectroSmog_Meter_EMF_Tester.html

Fig. 11: Radiation dose chart.

<http://xkcd.com/radiation/>

Fig. 12: Radioatividade no interior de habitações derivada do radão.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 53.

Fig. 13: Espectro cromático de lâmpada convencional.

<http://www.viva-lite.us/what-is-fullspectrum-light.html>

Fig. 14: Espetro cromático da luz do sol.

<http://www.viva-lite.us/what-is-fullspectrum-light.html>

Fig. 15: Espetro cromático de lâmpada de espectro total.

<http://www.viva-lite.us/what-is-fullspectrum-light.html>

Fig. 16: Mandala Eco-house (2012): esquema bioclimático (inverno).

De Garrido, Luis – Arquitectura para la felicidad. Monsa, Barcelona, 2013. ISBN 978-84-15223-93-1. P. 92.

Fig. 17: Mandala Eco-house (2012): esquema bioclimático (verão).

De Garrido, Luis – Arquitectura para la felicidad. Monsa, Barcelona, 2013. ISBN 978-84-15223-93-1. P. 93.

Fig. 18: Templo de Luxor: linha de falha.

http://www.geobiology.co.il/articles/high_energy_4.asp

Fig. 19: Catedral de Notre Dame (Paris): linha de falha.

http://www.geobiology.co.il/articles/high_energy_4.asp

Fig. 20: Dólmenes em Gamla (Israel).

http://www.geobiology.co.il/articles/high_energy_4.asp

Fig. 21: Dólmenes em Gamla (Israel): esquema geomagnético.

http://www.geobiology.co.il/articles/high_energy_4.asp

Fig. 22: Linhas de von Pohl em Vilsbiburg.

<http://geopathology-za.wikidot.com/gustav-freiherr-von-pohl>

Fig. 23: Étienne-Louis Boullée: Cenotáfio piramidal.

<http://olga-totumrevolutum.blogspot.com.es/2012/08/utopicos-y-visionarios-la-arquitectura.html>

Fig. 24: Étienne-Louis Boullée: Cenotáfio a Newton.

<http://olga-totumrevolutum.blogspot.com.es/2012/08/utopicos-y-visionarios-la-arquitectura.html>

Fig. 25: Formas gestálticas.

<http://documenta-akermariano.blogspot.com.es/2011/10/gestalt-theory.html>

Fig. 26: Leonardo da Vinci: estudos da proporção áurea.

<http://www.pauloporta.com/Fotografia/Artigos/epropaurea2.htm>

Fig. 27: Le Corbusier: O Modulor.

http://arkineta.com/breves/le-corbusier-modulor_a449

Fig. 28: Edifício baseado no Ken.

<http://www.arqhys.com/arquitectura/antropometria-elken.html>

Fig. 29: Ba-Gua: áreas Feng Shui.

<http://www.fengshuivenezuela.com/bagua.php>

Fig. 30: Jardim japonês.

<http://www.williamcorey.com/japanese-garden-photography-portfolio/nd62-Shisendo.html>

7. ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Lista de materiais e produtos contendo amianto.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 56.

Tabela 2: Valor médio do índice de toxicidade para vários isolamentos térmicos.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 49.

Tabela 3: Agentes cancerígenos presentes em tintas.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 44.

Tabela 4: Teor máximo de COV's para tintas decorativas e vernizes nos termos do Dec-Lei 181/2006.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 45.

Tabela 5: Concentração de radão em Bq/m³ emitido por piso com revestimento em granito, de acordo com o tipo de granito e com a taxa horária de renovação do ar.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 51.

Tabela 6: Radioatividade corrente e máxima em materiais de construção e subprodutos industriais.

Pacheco Torgal, Fernando / Jalali, Said - *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Tecminho, 2010. ISBN 978-972-8600-22-8. P. 50.