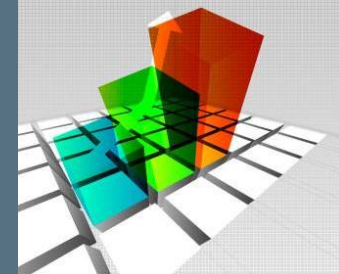




Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil

Avaliação do Ciclo de Vida na Construção



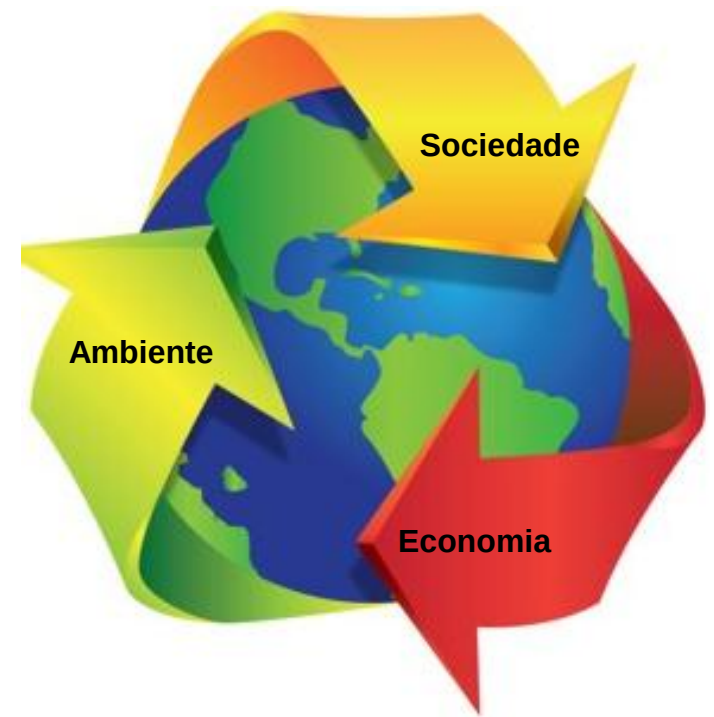
Qualidade do Ambiente Interior de Edifícios

Sandra Monteiro da Silva

Avaliação do Ciclo de Vida na Construção e a Qualidade do Ambiente Interior de Edifícios

A Qualidade do Ambiente Interior é um factor integrante de uma Avaliação de Sustentabilidade.

A selecção de materiais e de soluções construtivas é essencial para a garantia da Qualidade do Ambiente Interior dos edifícios.



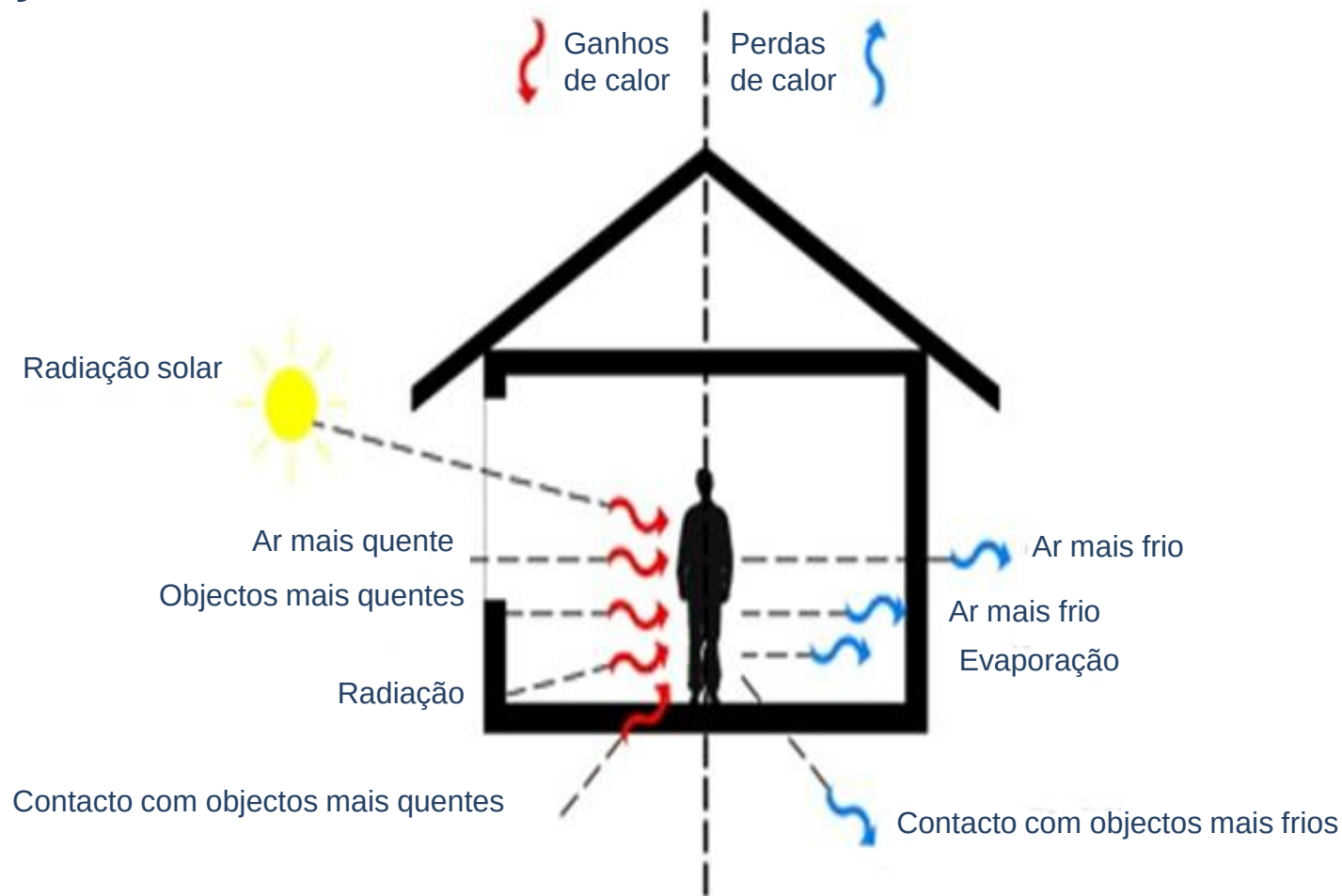
Qualidade do Ambiente Interior

A Qualidade do Ambiente Interior depende de múltiplos factores, objectivos e subjectivos.



Conforto Térmico

Balanço térmico



Conforto Térmico

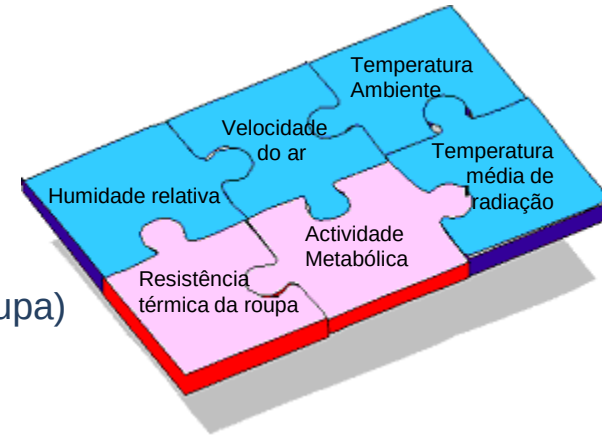
Factores que Influenciam o Conforto Térmico

Factores Individuais (dependem do indivíduo)

- Actividade Metabólica – M
- Vestuário – R_r (resistência térmica da roupa)

Factores Ambientais

- Temperatura do ar – T_a (convecção)
- Temperatura média de radiação – T_s (radiação)
- Humidade relativa do ar - ϕ (calor latente)
- Velocidade do ar – c ou v (convecção)



É necessário conhecer todos estes factores para se poder definir o estado térmico de uma pessoa.

Conforto Térmico

A norma **EN 15251** (Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics) **estabelece quatro categorias de conforto (I, II, III e IV)** em função do grau de exigência associado ao edifícios.

Categoria	Descrição
I	Mais exigente. Elevado nível de expectativa. Recomendada na concepção de edifícios onde se pretenda atingir um nível de conforto térmico muito elevado ou em edifícios com requisitos especiais (com ocupantes sensíveis ou frágeis: doentes, crianças ou idosos).
II	Nível de expectativa normal. Recomendada na concepção de novos edifício e na reabilitação.
III	Nível de expectativa aceitável e moderado. Pode ser usado em edifícios existentes.
IV	Valores fora dos critérios descritos nas categorias anteriores. A gama de temperaturas caracteriza-se por um elevado número de pessoas descontentes. Só será aceitável durante uma pequena parte do ano.

Conforto Térmico

RCCTE: Inverno → 20°C

Verão → 25°C

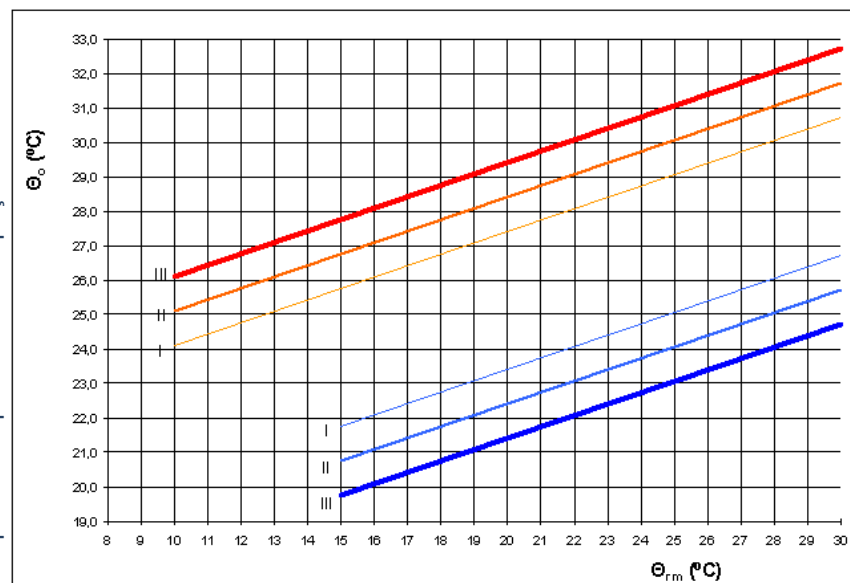
Edifícios climatizados [EN 15251]

Tipo de Edifício / Espaço	Categoria	Temperatura operativa mínima (°C)	
		Aquecimento	Arrefecimento
Habitação: zonas de estar (quartos, salas, cozinhas) (1,2 Met)	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
Habitação: outros espaços (despensas, circulação) (1,6 Met)	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	
Escritórios (1,2 Met)	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0

Edifícios não climatizados e ventilados naturalmente [EN 15251]

Tipo de Edifício / Espaço	Categoria	Temperatura operativa mínima (°C)	
		Aquecimento	Arrefecimento
Habitação: zonas de estar (quartos, salas, cozinhas) (1,2 Met)	I	21,0 – 25,0	23,5 – 25,5
	II	20,0 – 25,0	23,0 – 26,0
	III	18,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Habitação: outros espaços (despensas, circulação) (1,6 Met)	I	18,0 – 25,0	
	II	16,0 – 25,0	
	III	14,0 – 25,0	
Escritórios (1,2 Met)	I	21,0 – 23,0	23,5 – 25,5
	II	20,0 – 24,0	23,0 – 26,0
	III	19,0 – 25,0	22,0 – 27,0

Temperatura operativa dos espaços habitáveis

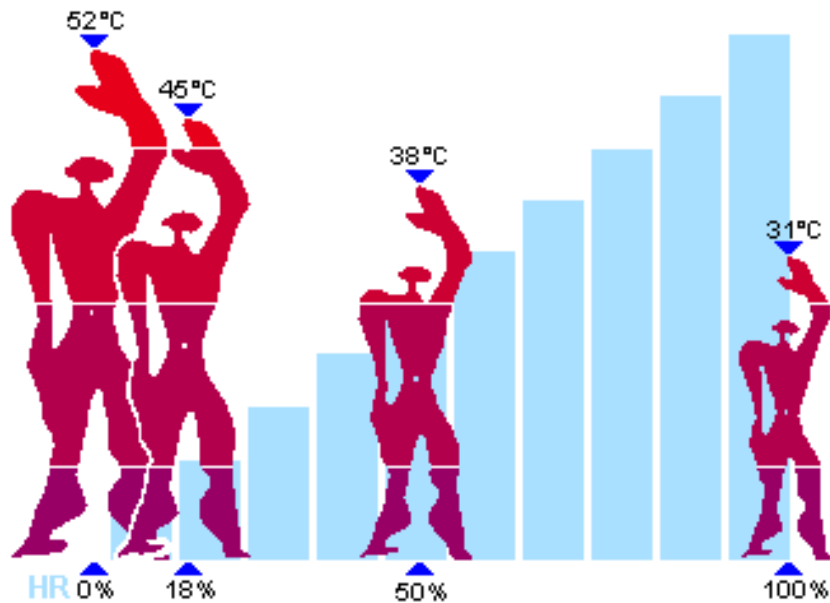


Temperaturas médias exteriores cumulativas

Limites para a temperatura operativa dos espaços habitáveis não climatizados (Θ_o) [EN 15251]

Conforto Térmico

Humidade Relativa



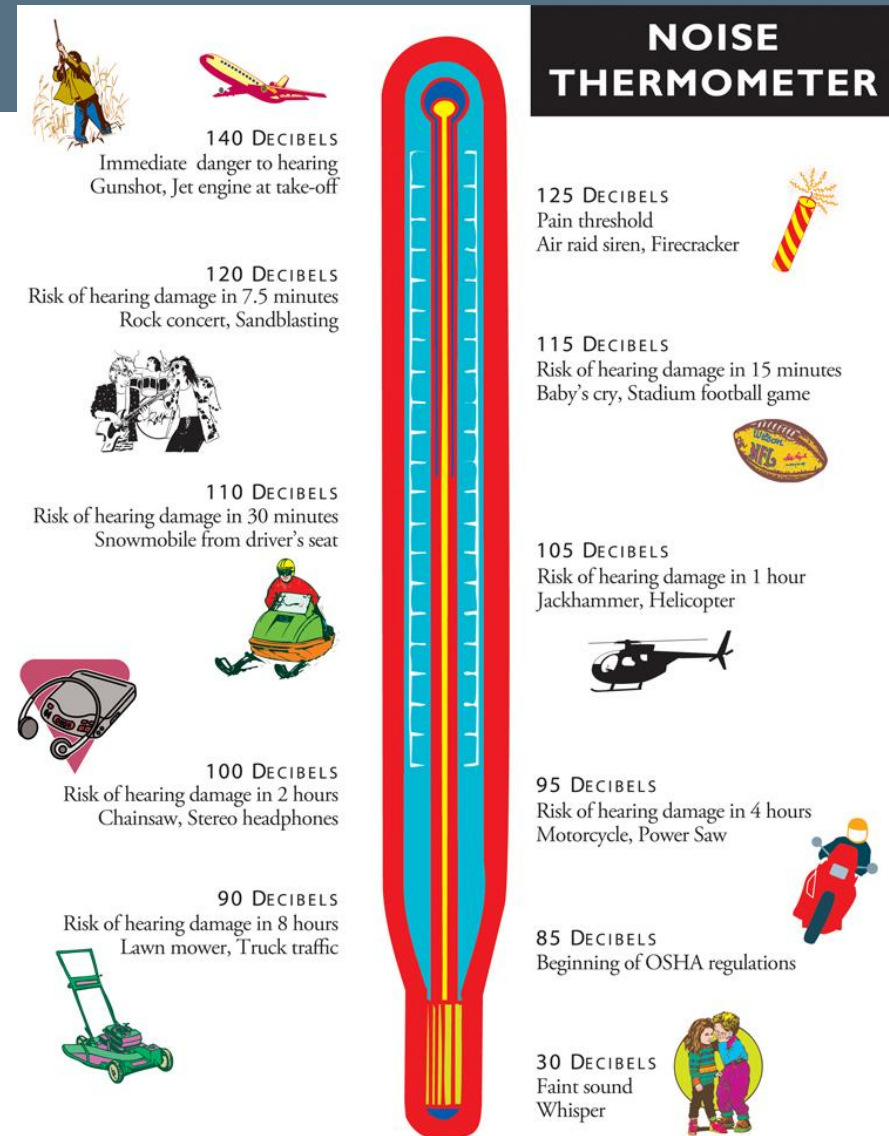
Variação na tolerância da temperatura com a alteração da humidade relativa

Humidade relativa em edifícios correntes [EN 15251]

Categoria de Edifício	Percentagem de ocupantes insatisfeitos	Humidade relativa [%]
I	15	30 - 50
II	20	25 - 60
III	30	20 - 70

Conforto Acústico

- Os níveis sonoros nas habitações e locais de trabalho são elevados (valores acima de 45dB(A) para ruído de fundo).
- O nível sonoro de **conforto** recomendável para o repouso é de **25 a 30dB(A)**.
- As afecções, tanto fisiológicas como psíquicas, consequentes exposição ao ruído, **podem ser graves**.



©1997, 2004 Sight & Hearing Association. All Rights Reserved.
Sight & Hearing Association: 1-800-992-0424 * 674 Transfer Road, St. Paul, MN 55114 * www.sightandhearing.org

Conforto Acústico

Efeitos do Ruído no Homem

Efeitos psicológicos:

- ✓ perda de concentração;
- ✓ perda de reflexos;
- ✓ irritação permanente;
- ✓ perturbações do sono;
- ✓ sensação de insegurança, etc..

Efeitos físicos:

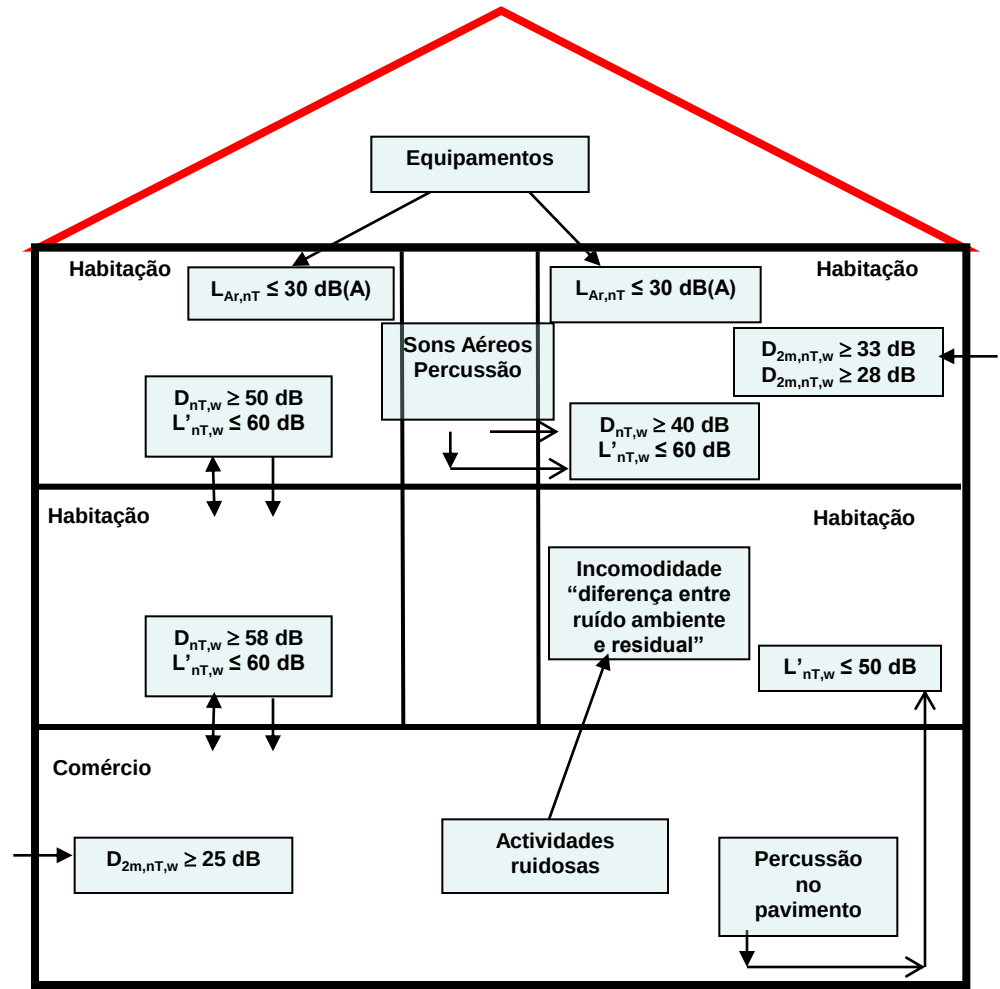
- ✓ perda auditiva até à surdez permanente em casos limites;
- ✓ dores de cabeça;
- ✓ fadiga;
- ✓ distúrbios cardiovasculares;
- ✓ distúrbios hormonais;
- ✓ gastrites;
- ✓ disfunções digestivas;
- ✓ alergias, etc..



Conforto Acústico

Regulamentos

1. **Regulamento Geral do Ruído – RGR** – (Decreto-lei nº 9/2007): tem como objectivos prevenir o ruído e controlar a poluição sonora das diversas actividades humanas, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações, nos termos da Constituição da República Portuguesa e da Lei de Bases do Ambiente.
2. **Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – RRAE** – (Decreto-lei nº96/2008): regula a vertente de conforto acústico no âmbito do regime de edificação e estabelece, entre outros, valores mínimos de isolamento sonoro para os vários elementos construtivos da envolvente dos edifícios e respectivas fracções.



Valores limites definidos pelo RRAE

Conforto Acústico

Valores de referência para o ruído ambiente [OMS]

Recinto	Efeitos na saúde	L_{Aeq} (dB)	Tempo (horas)	L_{Amax} (dB)
Áreas externas residenciais	Mal-estar forte durante o dia e o entardecer	55	16	-
	Mal-estar moderado durante o dia e o entardecer	50	16	-
Interior das fracções	Interferência na comunicação verbal durante o dia e o entardecer	35	16	
Interior de quartos	Perturbação do sono no período nocturno	30	8	45
Exterior dos quartos	Perturbação do sono com a janela aberta (ruído medido no exterior)	45	8	60
Escolas	Interferência na comunicação, perturbação na recolha de informação e aprendizagem	35	Durante a aula	-
Hospitais	Perturbação do sono, durante o período nocturno	30	8	40
	Perturbação do sono durante o dia	30	16	-
Indústria, Comércio e Zonas de Tráfego	Danos no ouvido	70	24	110
Cerimónias festivas e espectáculos	Danos no ouvido	100	4	110
Música através de auscultadores e auriculares	Danos no ouvido	85	1	110
Impulsos ruidosos	Brinquedos, fogos de artifício, armas de fogo (crianças)	-	-	120
	Brinquedos, fogos de artifício, armas de fogo (adultos)	-	-	140

Conforto Acústico

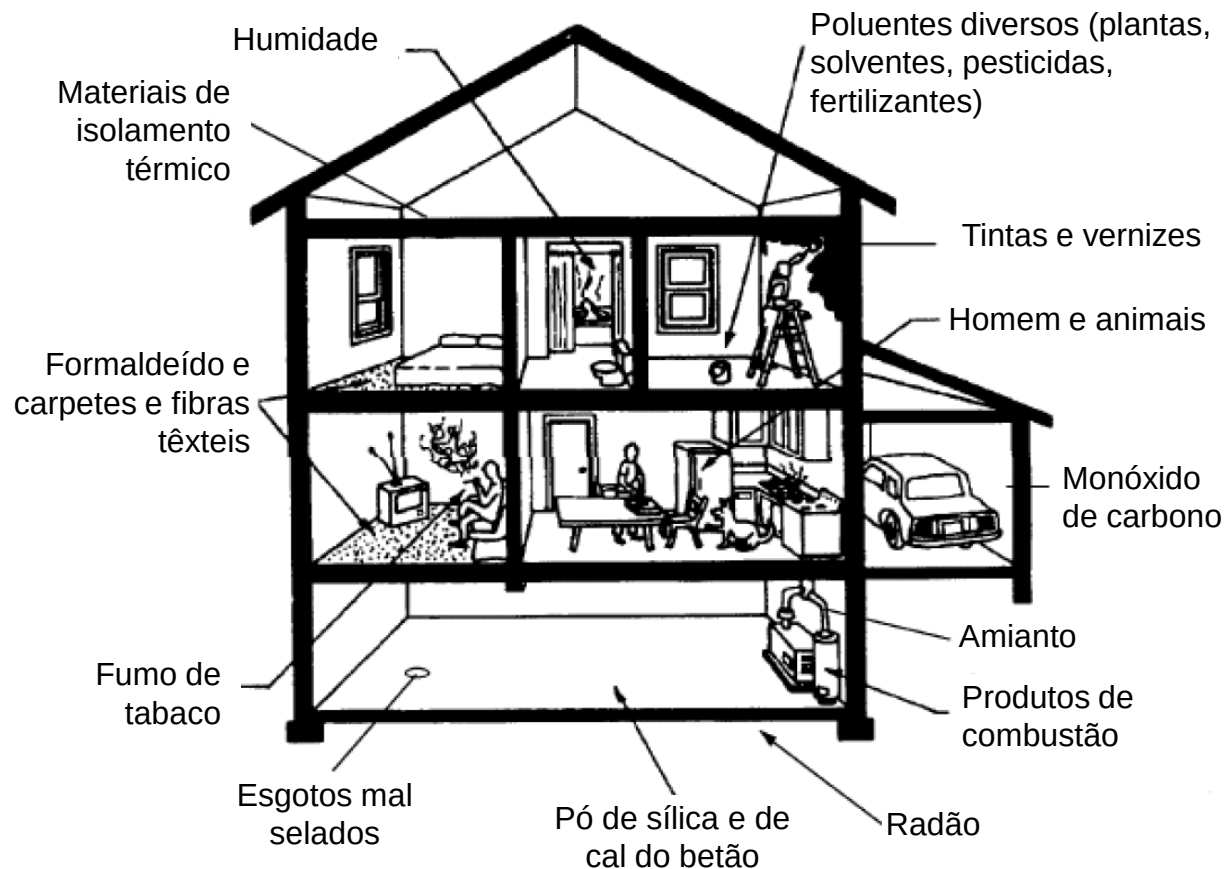
Nível sonoro contínuo
equivalente ponderado A –
 L_{Aeq} – recomendado

[EN 15251]

Edifício	Tipo de espaço	L _{Aeq} [dB(A)]	
		Valores típicos	Valores de projecto
Residencial	Sala de estar Quartos	25 – 40	32
		20 – 35	26
Serviços	Pequenos escritórios	30 – 40	35
	Salas de conferências	30 – 40	35
	Open spaces	35 – 45	40
	Cubículos	35 – 45	40
Infantários		30 – 45	40
Escolas	Salas de aulas	30 – 40	35
	Corredores	35 – 50	40
	Ginásios	35 – 45	40
	Sala dos professores	30 – 40	35
Locais de encontro	Auditórios	30 – 35	33
	Bibliotecas	28 – 35	30
	Cinemas	30 – 35	33
	Tribunais	30 – 40	35
	Museus	28 – 35	30
Comercio	Loja pequena	35 – 50	40
	Loja grande	40 – 50	40
	Supermercados	40 – 50	45
Hospitais	Corredores	35 – 45	40
	Salas de operações	30 – 48	40
	Enfermarias	25 – 35	30
	Quartos durante a noite	20 – 35	30
	Quartos durante o dia	25 – 40	30

Qualidade do Ar Interior

Fontes de Problemas de Qualidade do Ar Interior



Qualidade do Ar Interior

Fontes de Poluição Interior

Principais substâncias poluentes encontradas no interior dos edifícios, concentrações máximas de referência, de acordo com o RSECE, fontes e efeitos típicos

Poluente	Concentração máxima de referência	Fonte de poluição	Principais efeitos na saúde
Radão	0,15 mg/m ³	Solo ou rochas sob o edifício, materiais de construção	Neoplasia
Formaldeído (HCHO)	1800 mg/m ³	Materiais de isolamento térmico, colas , derivados da madeira , papel de parede , têxteis , carpetes , tapetes , produtos da combustão, fumo do tabaco	Alergias , irritação da pele, olhos e vias respiratórias, neoplasia, alterações neurológicas (dores de cabeça, fadiga, depressão)
Compostos orgânicos voláteis (COV)	12,5 mg/m ³	Mobiliário , material de escritório (toners), plastificantes , solventes , tintas , resinas , detergentes , colas , produtos de higiene pessoal e cosmética	Odores, sintomas de alergia, dores de cabeça, distúrbios visuais, lacrimação, irritação dos olhos , nariz e garganta , vertigens, leucemia , cancro no pâncreas e no fígado, náuseas, dores abdominais, edema pulmonar, dificuldades respiratórias,
Dióxido de carbono (CO ₂)	0,2 mg/m ³	Processos de combustão , fumo de tabaco , metabolismo humano	Distúrbios nas vias respiratórias, dores de cabeça
Monóxido de carbono (CO)	0,1 mg/m ³	Combustão incompleta , fumo do tabaco	Dores de cabeça, sonolência , redução das capacidades físicas, venenoso
Partículas respiráveis	0,6 mg/m ³	Processos de combustão, fumo do tabaco, tintas, fibras dos têxteis	Irritação das vias respiratórias, olhos, cancro, bronquite , asma , transmissão de doenças
Ozono (O ₃)	400 Bq/ m ³	Reacções fotoquímicas, fotocopiadoras , impressoras laser , filtros electrónicos	Irritação das vias respiratórias, olhos, pele, dores de cabeça, problemas no coração , fibrose pulmonar

Qualidade do Ar Interior

Compostos orgânicos voláteis (COV)

A quantidade de **COV** libertada pelos materiais de acabamento utilizados nos edifícios apresenta um impacto mais significativo sobre a qualidade do ambiente interior dos edifícios e saúde dos seus ocupantes do que sobre a qualidade do ambiente exterior.

Segundo estudos realizados pela Agência para a Protecção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), a **concentração de COV no ambiente interior dos edifícios é normalmente 2 a 5 vezes superior à concentração que se verifica no ar exterior.**

Existem vários estudos que comprovam a ligação **de altas concentrações de compostos orgânicos voláteis ao Síndrome dos Edifícios Doentes (SBS¹).**

¹ Acrónimo da expressão da língua inglesa “Sick Building Syndrome”.

Qualidade do Ar Interior

Compostos orgânicos voláteis (COV)

A **Directiva** da União Europeia **2004/42/CE** impõe para os fabricantes de tintas e vernizes um valor máximo para o conteúdo de COV.

A Directiva impõe ainda que os fabricantes anunciem nos rótulos dos seus produtos o **conteúdo de COV** e o respectivo **limite legal**.

Não foi ainda instituído legalmente **nenhum sistema de rotulagem** para o conteúdo de COV.

Os rótulos existentes são voluntários.



Qualidade do Ar Interior

Classificação de Materiais (COV) – Portugal

Tintas e Vernizes

Em Portugal as tintas e vernizes são abrangidos pelo **Decreto-Lei n.º 181/2006**. Considera-se que os produtos que cumpram o este Decreto são materiais ecologicamente limpos.

1—O presente decreto-lei limita o teor total de compostos orgânicos voláteis (COV) nos produtos identificados no anexo I do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante, tendo em vista prevenir ou reduzir a poluição atmosférica devida à formação de ozono troposférico resultante das emissões dos COV.

3—O presente decreto-lei transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva 2004/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril.

ANEXO II

(a que se refere o n.º 1 do artigo 3.º)

O teor máximo de COVs é expresso em g/l.

A — Teor máximo de COV para as tintas decorativas e vernizes

Subcategoria de produtos	Tipo	Fase I (g/l) (*) (a partir de 1 de Janeiro de 2007)	Fase II (g/l) (**) (a partir de 1 de Janeiro de 2010)
a) Tintas mate para paredes e tectos interiores (brilho inferior ou igual a 25, a 60°)	BA BS	75 400	30 30
b) Tintas brilhantes para paredes e tectos interiores (brilho superior a 25, a 60°)	BA BS	150 400	100 100
c) Tintas para paredes exteriores de substrato mineral	BA BS	75 450	40 430
d) Tintas para remates e painéis interiores/exteriores de madeira ou metal	BA BS	150 400	130 300
e) Vernizes e lasures para remates interiores/exteriores, incluindo lasures opacas	BA BS	150 500	130 400

A implementação da Directiva 2004/42/CE, relativa à limitação das emissões de COVs resultantes da utilização de solventes orgânicos, exige que os Estados Membros da UE reduzam as suas emissões de COVs no ar para níveis mais baixos, em duas fases, a primeira em 2007 e a segunda a partir de 2010.



Qualidade do Ar Interior

Classificação de Materiais (COV) – Finlândia



Três classes de materiais: M1, M2 e M3 [Finish Society for Indoor Air Quality and Climate]:

Emissões e Odores	M1 [mg/m ² h]	M2 [mg/m ² h]	M3 [mg/m ² h]
Emissão de compostos orgânicos voláteis totais (COV _{totais}) Devem ser identificados no mínimo 70% dos compostos	< 0,2	< 0,4	> 0,4
Emissão de formaldeído (HCOH)	< 0,05	< 0,125	> 0,125
Emissão de amónia (NH ₃)	< 0,03	< 0,06	> 0,06
Emissão de compostos carcinogénicos pertencendo à categoria 1 da IARC (IARC, 1987)	< 0,005	< 0,005	> 0,005
Odores (insatisfação com os odores < 15%) (0,1 ≤ voto de aceitabilidade (VA) ≤ 1,0)	0,1 ≤ VA ≤ 1,0 Não liberta odores	-0,2 ≤ VA ≤ 0,1 Não liberta odores significativos	-1,0 ≤ VA ≤ -0,2 Liberta odores

Argamassas de assentamento e rebocos, camadas de regularização e enchimento, mástiques não devem conter caseína.

Tijolo, pedra, revestimentos cerâmicos, vidro, superfícies metálicas e de madeira têm uma categoria específica na classificação.

Qualidade do Ar Interior

Classificação de Materiais (COV) – Finlândia

Os materiais devem ser de preferência de **classe M1**.

Os materiais de **classe M2** não devem ocupar mais de **20% da superfície** interior do espaço. Tijolo face à vista, pedra, azulejo e mosaicos (e outros revestimentos cerâmicos, vidro, metal e outras superfícies não tratadas (excepto madeira) podem ser usados livremente.

Os materiais devem ser certificados e apresentar:

- **classe de emissão** (e respectivos dados);
- as possíveis **limitações à sua utilização**;
- **requisitos dos espaços onde vão ser utilizados** (T, Hr).



Qualidade do Ar Interior

Classificação de Materiais (COV) – Reino Unido

A **British Coatings Federation Ltd.** (BCF) desenvolveu um sistema de rotulagem que classifica os produtos de acordo com cinco intervalos de conteúdo de COV (**percentagem do peso de COV em relação à massa total**):

1. **Mínimo:** 0,00% - 0,29%
2. **Baixo:** 0,30% - 7,99%
3. **Médio:** 8,00% - 24,99%
4. **Alto:** 25,00% - 50,00%
5. **Muito alto:** > 50,00%



Qualidade do Ar Interior

Classificação de Materiais

A Norma Europeia **EN 13986** “Painéis de derivados da madeira para utilização na construção – características, avaliação de conformidade e rotulagem” normaliza o nível de **emissões de formaldeído** a partir de painéis de derivados de madeira.

De acordo com a **EN 13986** a **emissão de formaldeído** é classificada em duas classes: E1 e E2.

As classes são atribuídas, entre outras condições, de acordo com o conteúdo de formaldeído utilizado na produção dos painéis:

$E1 \leq 8\text{mg}/100\text{g};$

$8\text{mg}/100\text{g} < E2 \leq 30\text{mg}/100\text{g}.$

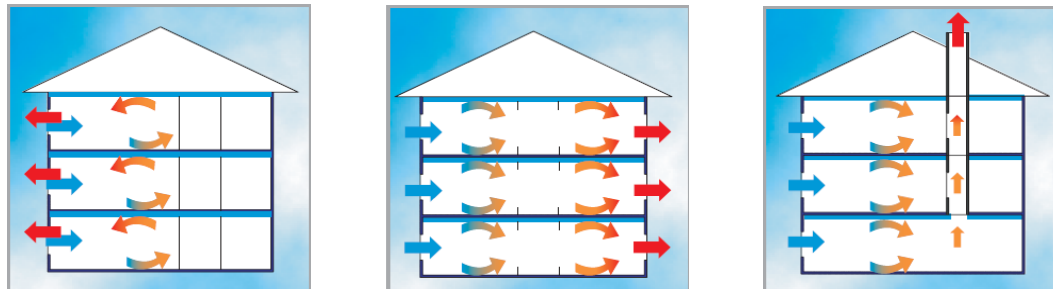
Qualidade do Ar Interior e Ventilação Natural

Remoção dos poluentes

A selecção de soluções construtivas e materiais deve considerar:

- as emissões de poluentes dos materiais;
- as características de absorção de humidade;
- a facilidade de limpeza;
- a durabilidade;
- a desempenho.

Uma vez seleccionados materiais com baixa emissividade (formaldeído e Compostos orgânicos voláteis) a ventilação, de preferência natural, é a forma mais adequada de reduzir a concentração de poluentes no interior dos edifícios.



Ventilação Natural

Taxas de ventilação

Taxas de ventilação recomendadas para edifícios de habitação com ventilação mecânica contínua [EN 15251]

Categoria de Edifício	Taxa de ventilação		Salas e quartos, caudal exterior		Caudal de extracção [l/s]		
	l/s.m ²	rph*	l/s.pessoa	l/s.m ²	Cozinhas	Casa de banho	
						Completa	Serviço
I	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
II	0,42	0,6	7	1,0	20	15	10
III	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7

* Considerando um pé-direito de 2,5m.

Taxas de ventilação recomendadas para edifícios de escritórios [EN 15251]

Categoria de Edifício	Percentagem de ocupantes insatisfeitos	Taxa de ventilação devida				
		Ocupação* [l/s.m ²]	Emissões de poluentes do edifício [l/s.m ²]			fumadores [l/s.m ²]
			Edifícios muito pouco poluentes	Edifícios pouco poluentes	Edifícios não pouco poluentes	
I	15	1,0	0,5	1,0	2,0	0,7
II	20	0,7	0,3	0,7	1,4	0,5
III	30	0,4	0,20	0,4	0,8	0,3

* Considerando 10 m² de área de pavimento por ocupante

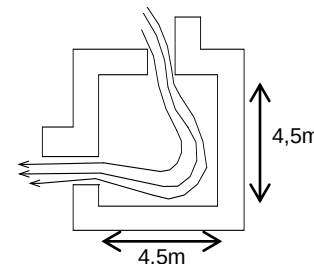
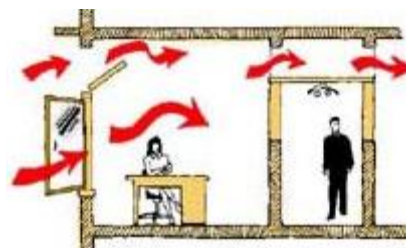
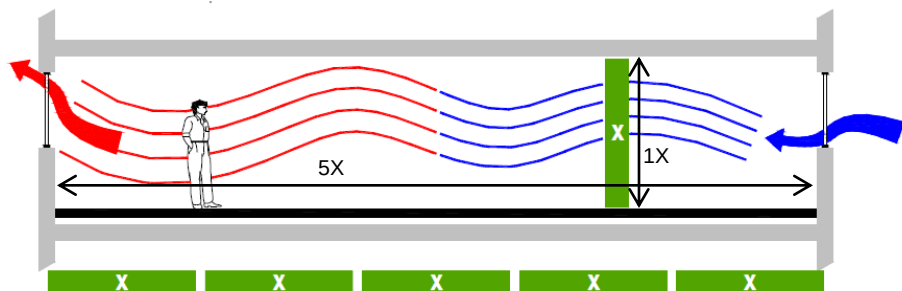


Ventilação Natural

Ventilação Cruzada

Aspectos a considerar durante a fase de concepção para que a **ventilação cruzada** seja eficaz:

1. O caminho percorrido pela corrente de ar entre duas fachadas paralelas não deve ser superior a 5 vezes o pé-direito livre;
2. A ventilação cruzada também é possível se o compartimento tiver **janelas em fachadas adjacentes** (ângulo de 90°), se as **dimensões máximas** do compartimento forem **4,5m x 4,5m**;
3. A **área dos componentes que podem ser abertos** (janelas, grelhas de ventilação, etc.) deve ser no **mínimo 5% da área útil de pavimento (A_p)**.

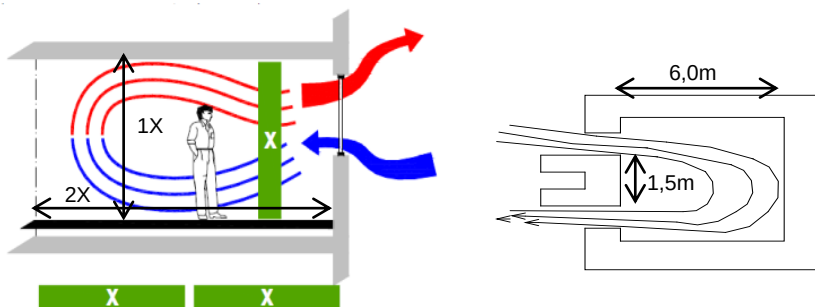


Ventilação Natural

Ventilação Unilateral

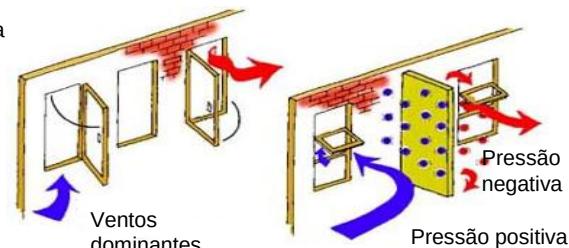
Aspectos a considerar durante a fase de concepção para que a **ventilação unilateral** seja eficaz:

1. A **profundidade do compartimento não deve exceder 2 vezes o pé-direito**;
2. Se a **entrada e saída de ar se fizer a uma distância mínima de 1,5m**, a **distância máxima eficaz de ventilação será de 2,5 vezes o pé-direito**;
3. A **área dos componentes que podem ser abertos** (janelas, grelhas de ventilação, etc.) $\geq 5\% A_p$.



A janela para a saída do ar deve abrir em direcção contrária à do vento

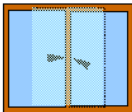
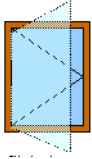
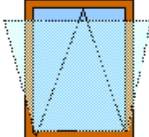
A janela para a entrada de ar deve abrir na direcção do vento



Ventilação Natural



Influência do tipo de janela

Tipo de Janela	Vantagens	Desvantagens
Janela de correr (na horizontal) 	É possível ajustar a área da abertura para direccionar a corrente de ar numa determinada direcção.	A abertura é limitada a 50% da área da janela. Largura / Altura não favorece a eficiência em altura para todas as direcções do vento.
Janela de abrir (na horizontal) 	É possível abrir a janela a 100%. Os painéis podem ser usados para redireccionar a direcção da corrente de ar. Boa vedação.	Dificuldade de utilização de grades, persianas ou telas.
Janela basculante (na base) 	Boa para ventilação nocturna.	Penetração de chuva. Área de abertura reduzida. Dificuldade de utilização de grades, persianas ou telas.

Conforto Lumínico ou Visual

Iluminação Natural

A iluminação natural constitui um dos factores mais condicionantes da qualidade do ambiente interior dos edifícios.

O seu correcto aproveitamento nos edifícios pode, ao substituir a iluminação artificial, contribuir para:

- **a eficiência energética;**
- **o conforto lumínico ou visual;**
- **o bem estar dos ocupantes.**

União Europeia: Edifícios → 40% do consumo da energia final
→ 22% dos consumos energéticos
→ 58% do consumo de electricidade

→ 25% → Iluminação e electrodomésticos



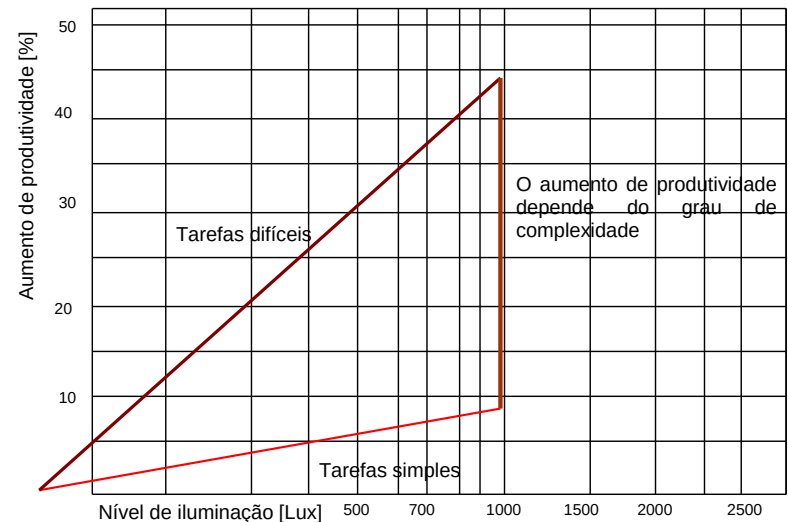
Daylighting performance of buildings: case studies

Conforto Lumínico ou Visual

Iluminação Natural

Em edifícios com iluminação natural adequada a produtividade é superior.

A escolha dos envidraçados deve ter em consideração as exigências de **iluminação natural** e de **otimização e controlo dos ganhos solares**, bem como as exigências de **isolamento térmico e acústico**, devendo ser conjugada com os **sistemas de sombreamento**, em função da **localização e orientação** de forma a assegurar a eficiência energética dos edifícios.



Conforto Lumínico ou Visual

Iluminação Natural

- Em Portugal não existem valores mínimos legais para a iluminação natural dos compartimentos das habitações.
- O FLD não deve ser ultrapassado os 3% de modo a que, de acordo com o clima português, não se comprometa o comportamento térmico do edifício.

Factor de Luz do Dia mínimo recomendado (FLD em %)
(Goulding, Lewis e Steemers, 1992)

Edifícios não-residenciais	
Edifícios religiosos	1%
Fábricas	5%
Escritórios e Salas de aula	2%
Hospitais	1%
Edifícios residenciais	
Quartos	0.5% (a 3/4 do comprimento do compartimento)
Cozinhas	2 % (a 1/2 do comprimento do compartimento)
Salas de estar	1% (a 1/2 do comprimento do compartimento)

Illuminâncias [lux] recomendadas no plano de trabalho [CIE]

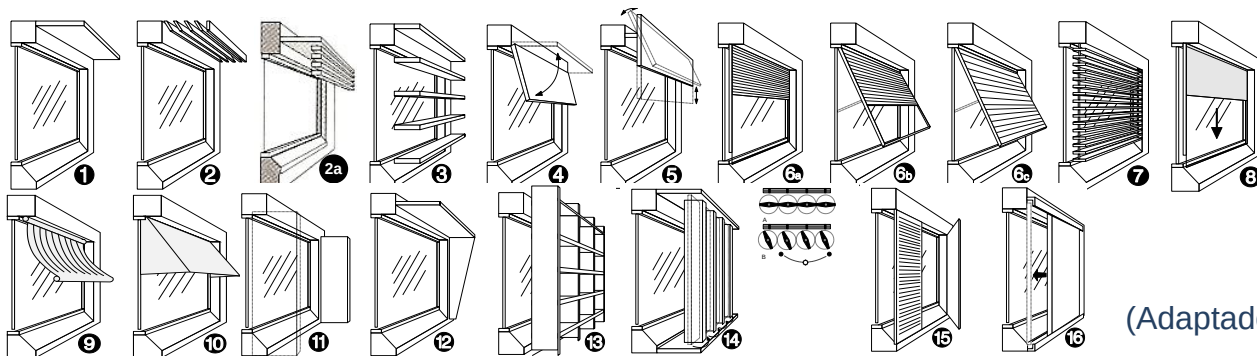
Edifícios não-residenciais	
Armazenagens, vestíbulos, átrios	100 - 200
Salas de aula, gabinetes	500 - 1000
Salas de desenho, gabinetes de arquitectura	1000 - 2000
Relojoarias, fábricas de componentes electrónicos	3000 - 5000
Salas de operações	10000 - 20000
Edifícios residenciais	
Zonas de passagem	50 - 100
Sala de jantar	100
Sala de estar, cozinha	200
Escritório	300 - 500



Conforto Lumínico ou Visual

Como melhorar o desempenho lumínico de um edifício?

- Utilizar **revestimentos de cor clara** no interior;
- Orientar adequadamente as janelas do edifício, **evitando orientações a Este e Oeste**, de forma a potenciar a captação de luz solar de uma forma controlada;
- **Evitar a existência de compartimentos de elevada profundidade**;
- **Preferir janelas altas** em vez de janelas largas e baixas;
- **Colocar protecções solares nas janelas** de modo a que no Verão seja possível captar luz solar sem haver o risco de sobreaquecimento no espaço interior.



(Adaptado de Achard e Gicquel, 1990)

Conforto Lumínico ou Visual

Como melhorar o desempenho lumínico de um edifício?

- Utilização de outras soluções, além das janelas, que possibilitem o aproveitamento da iluminação natural.



Janela



Clarabóia



Janelas em fachadas opostas



Lanternim

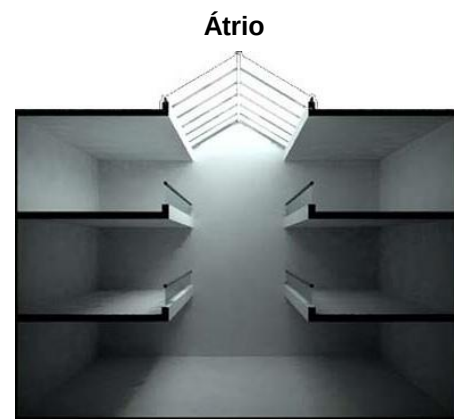


Pala reflectora (Lightshelf)

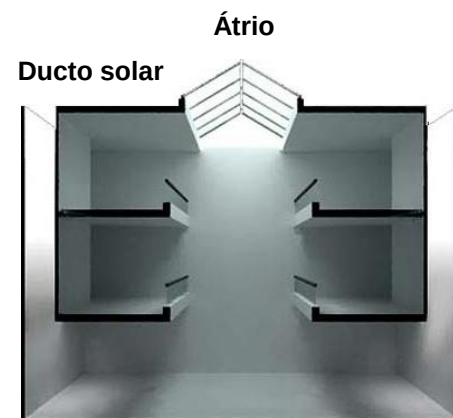


Bandeiras superiores

Ecotect

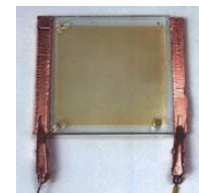


Átrio



Átrio

Ducto solar



Conforto Lumínico ou Visual

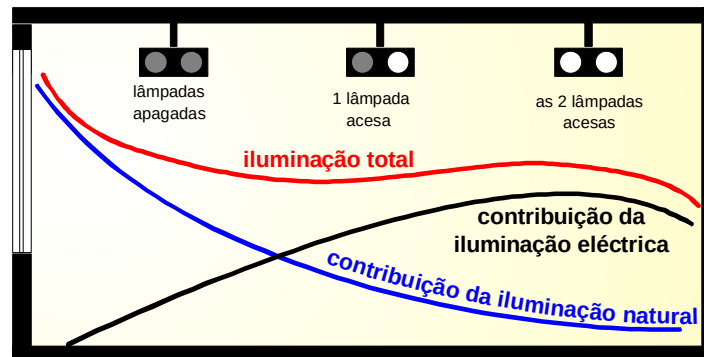
Complementar a Iluminação Natural com Iluminação Artificial

Iluminação natural → **varia** ao longo do dia e ao longo do ano.

Necessário prever sistemas de **iluminação artificial** adequados



para **complementar** a iluminação natural e **assegurar** as **condições de iluminação** necessárias.



Conforto Lumínico ou Visual

Factores a Considerar para Seleccionar um Sistema de Iluminação Adequado

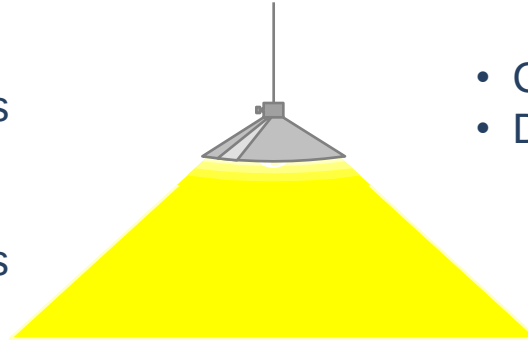
- Tipo de lâmpada:
 - reprodução de cores
 - temperatura da cor
 - eficiência luminosa
 - aplicações especiais

- Tipo de luminária:
 - difusão
 - directividade
 - ofuscamento/reflexos

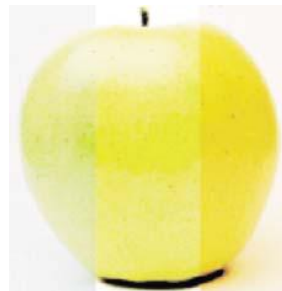
- Quantidade de luminárias
 - nível de iluminação

- Distribuição e localização das luminárias
 - homogeneidade
 - contrastes
 - sombras

- Manutenção
 - reposição/limpeza



- Cores adequadas
- Desempenho visual:
 - iluminância
 - luminância
 - idade do Trabalhador
 - tamanho aparente
 - contraste em cor
 - conforto visual e agradabilidade
- Economia



Conforto Lumínico ou Visual

Complementar a Iluminação Natural com Iluminação Artificial

Seleccção dos equipamentos:

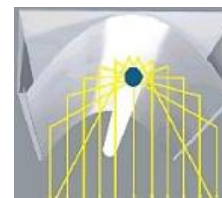
- Lâmpadas
- Luminárias



HALOGEN ENERGY SAVER – light like that of an incandescent bulb.
Save up to 30% energy.

Compact fluorescent lamps – surprisingly versatile and impressively efficient.
Save up to 80% energy.

LED lamps – the light of the future.
Save 80% energy.

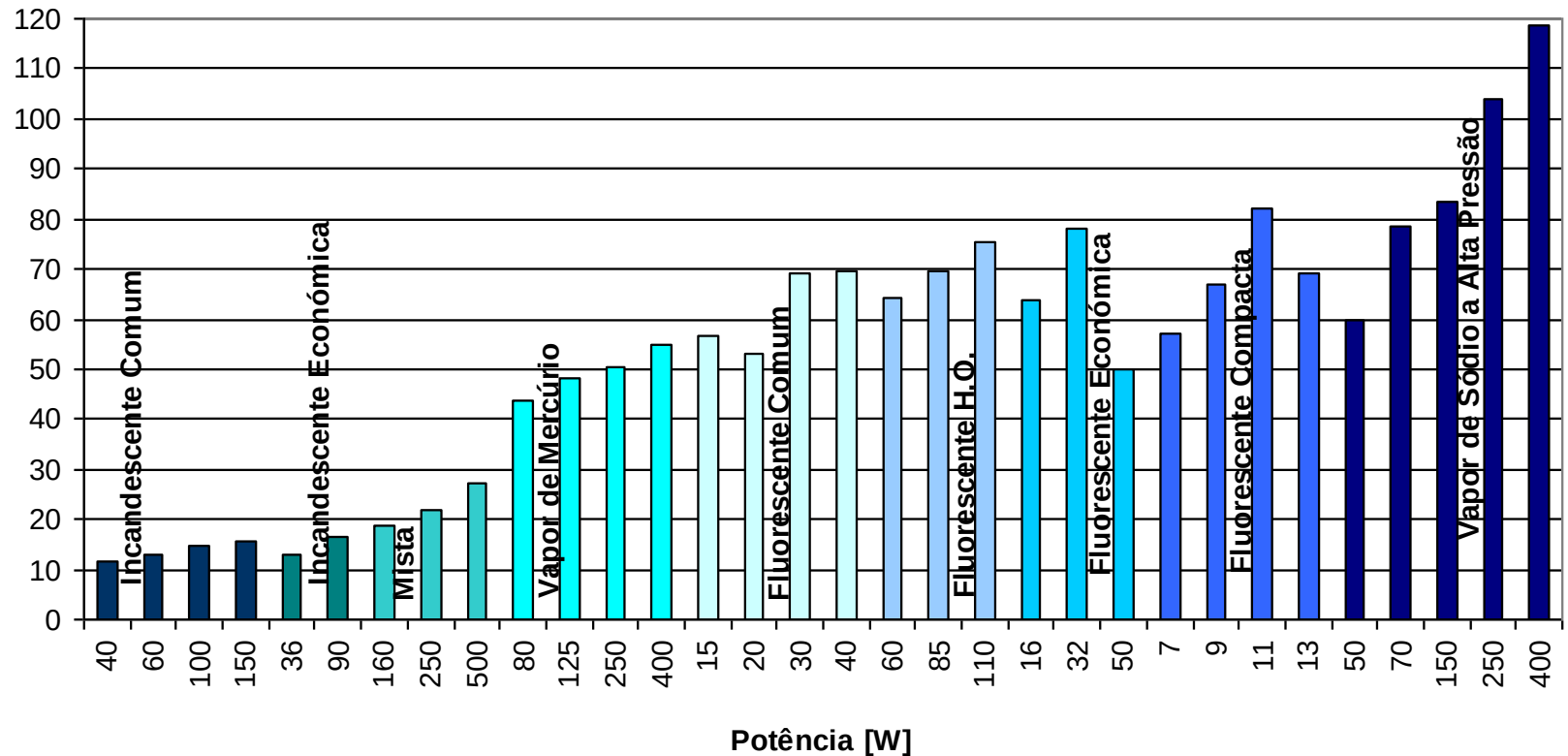


Conforto Lumínico ou Visual

Complementar a Iluminação Natural com Iluminação Artificial

Lâmpadas

Eficiência Luminosa [lm/W]

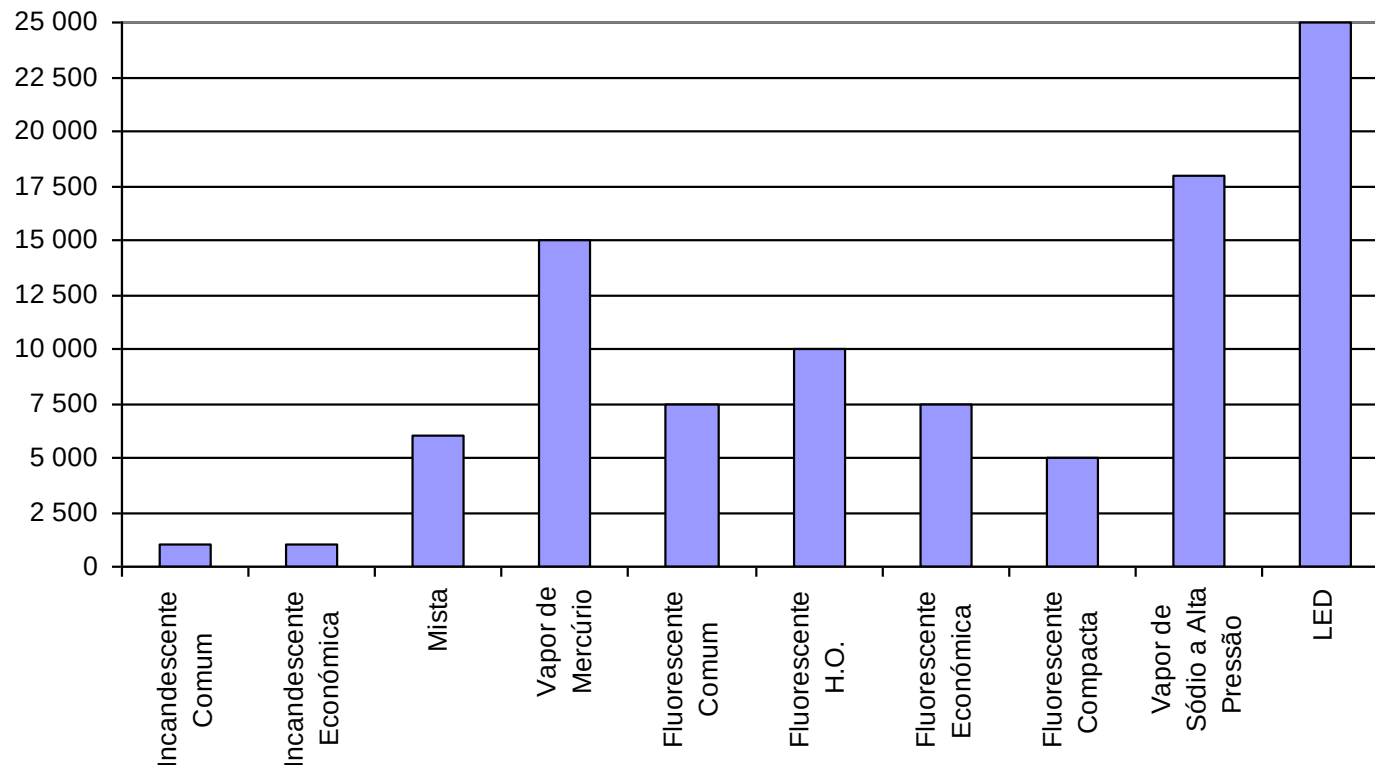


Conforto Lumínico ou Visual

Complementar a Iluminação Natural com Iluminação Artificial

Lâmpadas

Vida Média [horas]



Conforto Lumínico ou Visual

Complementar a Iluminação Natural com Iluminação Artificial

Luminárias

- As **luminárias** permitem **filtrar, repartir e transformar** a luz das lâmpadas.
- A sua disposição e seccionamento são factores importantes na **qualidade da iluminação**, devendo ser realizada para que não crie **encandeamento no plano de trabalho** e para que seja possível ligar/desligar **uma secção** sempre que a iluminação seja suficiente.





Energy Smart Home Design – Sustainable Energy Authority Victoria, Australia

Muito Obrigada...