

O **conforto humano** pode ser visto como a circunstância que permite ao corpo humano dissipar livremente o seu calor, nem mais, nem menos.

A transferência de energia acaba por ser proporcional à diferença de temperatura entre o corpo humano e o que o envolve – ar, paredes, pavimentos, tetos, etc.

Em ambientes frios, o corpo perde mais energia do que a que produz, o que resulta numa sensação de desconforto. O corpo tenta minimizar a deficiência de energia produzida diminuindo a irrigação junto à pele (causando uma aparência pálida). Diminuirá assim a temperatura da pele, que é de cerca de 34°C, diminuindo por consequência o calor transferido.

Em ambientes quentes, temos o fenómeno oposto. Neste caso o corpo aumentará a irrigação junto à pele de forma de forma a permitir maior dissipação de calor. Recorremos ainda à utilização de roupas leves e frescas ou ainda baixando o nível de atividade. Utilizamos também ventiladores para substituírem a camada de ar mais quente que nos envolve, por porções de ar mais frescas.

- Quando realizamos trabalhos leves, cerca de 50% da energia transferida pelo corpo é realizada pela respiração pela forma de calor latente e os outros 50% pela forma de calor sensível (convecção e radiação)
- Quando estamos a realizar esforço físico, a maioria do calor é transferido pela forma de calor latente (respiração) e os restantes 30% pela forma de calor sensível (convecção e radiação).
- Quando estamos em repouso, a maioria do calor (cerca de 70%) é dissipado pela forma de calor sensível (convecção e radiação) e os restantes 30% pela forma de calor latente (respiração).

A sensação de conforto/desconforto advém do fenómeno conjunto da convecção e radiação e na forma e de como estes se processam, mas facilmente entendemos a eficiência da radiação térmica no conforto do utilizador pela simples observação de fenómenos do dia-a-dia:

- ✓ Uma pessoa sente-se confortável em frente a uma lareira, mesmo com uma temperatura ambiente baixa, sente o conforto proporcionado pela radiação térmica transferida da lareira;
- ✓ No lado oposto, uma pessoa sentir-se-á desconfortável, com as paredes e pavimentos frios mesmo que tenha uma temperatura ambiente de 20°C; por radiação a pessoa irá transferir calor para o que a envolve – paredes e pavimentos.

O **aquecimento por piso radiante** é provavelmente a forma mais eficiente de aquecimento fundamentalmente porque utiliza a radiação térmica como forma predominante de transferência da energia.



A **radiação** é a energia emitida pela matéria na forma de ondas eletromagnéticas (ou fótons), como resultado de variações das configurações eletrónicas dos átomos ou moléculas. Ao contrário da condução e da convecção, a transferência de energia por radiação não exige a presença de um meio intermediário. Na realidade a transferência por radiação é mais rápida (à velocidade da luz); é exatamente desta forma que a energia do sol atinge a terra. A radiação térmica é a forma de radiação emitida pelos corpos devido à sua temperatura; ela difere de outras formas de radiação eletromagnética como sejam, os raios X, raios gama, micro-ondas, ondas de rádio ou ainda ondas de televisão, já que estes últimos são exemplo de radiação que não envolvem temperatura. Todos os corpos acima do zero absoluto emitem radiação térmica.

Exemplo: assumindo que numa sala climatizada a 20°C, uma pessoa de pé com uma área de exposição de 1,6m², com uma temperatura de superfície de 29°C, essa mesma pessoa transferirá por radiação para as superfícies que a envolvem cerca de 82W.

Existe uma vasta opção **equipamentos** que pode associar ao aquecimento por piso radiante, que no fundo se caracterizam pela fonte de **energia utilizada**: energia elétrica (rede), energia solar térmica, energia fotovoltaica, energia eólica, energia proveniente da queima (pellets, combustíveis fósseis, etc.).

O **isolamento térmico de pavimento** assume particular importância em sistemas de aquecimento por piso radiante já que diminuirá as perdas por condução, contribuindo assim para diminuir os custos de exploração e aumentar o conforto e, a performance do sistema. Nos sistemas de pavimento radiante a água, tipicamente devido à utilização de placas com “favos” (encaixe tubagem) já contempla alguma espessura de isolamento, no entanto, no caso do piso radiante elétrico nem sempre se trata este assunto com a necessária responsabilidade já que se instalam baixas espessuras de isolamento (menos exigentes ao nível de obra), mesmo quando é possível aplicar maiores espessuras de isolamento.

Os **custos de instalação e exploração**, além pontos referidos anteriormente, são fatores a ter em conta na altura de escolha da solução. Uma solução de aquecimento por piso radiante a água, por exemplo com bomba de calor, poderá facilmente chegar aos 12.000€/13.000€ mais IVA (exemplo moradia com 150m²) enquanto que uma solução com piso radiante elétrico poderá rondar um total de 3.750€ mais IVA. Perante um diferencial no **custo de instalação** importa analisar logo à partida os **custos de exploração** de uma solução e outra, para compreender qual a solução que melhor se adequa às possibilidades do cliente. Uma solução de piso radiante a água com bomba de calor poderá consumir até 3 vezes menos do que uma solução de piso radiante elétrico. Se ponderadamente assumirmos que com piso radiante elétrico para o mesmo exemplo de uma moradia de 150m², se gastará mensalmente 142€, com piso radiante a água com bomba de calor gastar-se-á 1/3 ou seja 47,33€. Uma poupança de 94,67€ por mês na utilização de piso radiante a água com bomba de calor. Considerando por exemplo, 5 meses de aquecimento, teremos uma poupança anual de 473,35€. Com o diferencial na instalação de 8.250€/9.250€ mais IVA, serão precisos entre 17,4 anos e 19,5 anos para o investimento a mais realizado numa solução de aquecimento por piso radiante a água e piso radiante elétrico.

Uma forma simplista de **analisar o que escolher**, mas que consegue dar uma ideia muito próxima da realidade.

Área 150,00 m2					121,97 m2	150,00 m2	150,00 m2	25,00 m2			
					Envoltente exterior parede simples com 6cm isolamento exterior	Pavimento sobre espaço exterior com 3cm isolamento térmico (XPS)	Cobertura horizontal com 6cm de isolamento (XPS) sobre a esteira horizontal	Vãos envidraçados, caixilHaria plástica, vidro duplo			
Seg/Sexta	Horário	Horas	Temp. Int. Desejada	Temp. Ext.	U= 0,45	U= 0,87	U= 0,52	U= 2,40	Totais	€/KWh	€
	0,0 h 6,0 h	6,00	18 ºC	5 ºC	0,71 KWh	1,70 KWh	1,01 KWh	0,78 KWh	4,20 KWh	0,1133	0,48 €
	6,0 h 7,0 h	1,00	20 ºC	5 ºC	0,82 KWh	1,96 KWh	1,17 KWh	0,90 KWh	4,85 KWh	0,1133	0,55 €
	7,0 h 8,0 h	1,00	20 ºC	5 ºC	0,82 KWh	1,96 KWh	1,17 KWh	0,90 KWh	4,85 KWh	0,2456	1,19 €
	8,0 h 11,0 h	3,00	16 ºC	10 ºC	0,33 KWh	0,78 KWh	0,47 KWh	0,36 KWh	1,94 KWh	0,2456	0,48 €
	11,0 h 16,5 h	5,50	16 ºC	15 ºC	0,05 KWh	0,13 KWh	0,08 KWh	0,06 KWh	0,32 KWh	0,2456	0,08 €
	16,5 h 17,0 h	0,50	16 ºC	15 ºC	0,05 KWh	0,13 KWh	0,08 KWh	0,06 KWh	0,32 KWh	0,2456	0,08 €
	17,0 h 18,0 h	1,00	18 ºC	10 ºC	0,44 KWh	1,04 KWh	0,62 KWh	0,48 KWh	2,59 KWh	0,2456	0,64 €
	18,0 h 23,0 h	5,00	20 ºC	10 ºC	0,55 KWh	1,31 KWh	0,78 KWh	0,60 KWh	3,23 KWh	0,2456	0,79 €
	23,0 h 24,0 h	1,00	18 ºC	5 ºC	0,71 KWh	1,70 KWh	1,01 KWh	0,78 KWh	4,20 KWh	0,2456	1,03 €
	5,32€/dia de semana										
Sábado	0,0 h 8,0 h	8,00	18 ºC	5 ºC	0,71 KWh	1,70 KWh	1,01 KWh	0,78 KWh	4,20 KWh	0,1133	0,48 €
	8,0 h 9,5 h	1,50	20 ºC	5 ºC	0,82 KWh	1,96 KWh	1,17 KWh	0,90 KWh	4,85 KWh	0,1133	0,55 €
	9,5 h 11,0 h	1,50	20 ºC	10 ºC	0,55 KWh	1,31 KWh	0,78 KWh	0,60 KWh	3,23 KWh	0,2456	0,79 €
	11,0 h 12,0 h	1,00	20 ºC	15 ºC	0,27 KWh	0,65 KWh	0,39 KWh	0,30 KWh	1,62 KWh	0,2456	0,40 €
	12,0 h 17,0 h	5,00	20 ºC	15 ºC	0,27 KWh	0,65 KWh	0,39 KWh	0,30 KWh	1,62 KWh	0,1133	0,18 €
	17,0 h 18,5 h	1,50	20 ºC	15 ºC	0,27 KWh	0,65 KWh	0,39 KWh	0,30 KWh	1,62 KWh	0,1133	0,18 €
	18,5 h 21,0 h	2,50	20 ºC	15 ºC	0,27 KWh	0,65 KWh	0,39 KWh	0,30 KWh	1,62 KWh	0,2456	0,40 €
	21,0 h 23,5 h	2,50	20 ºC	10 ºC	0,55 KWh	1,31 KWh	0,78 KWh	0,60 KWh	3,23 KWh	0,1133	0,37 €
	23,5 h 24,0 h	0,50	18 ºC	5 ºC	0,71 KWh	1,70 KWh	1,01 KWh	0,78 KWh	4,20 KWh	0,1133	0,48 €
	3,82€/sábado										
Domingo	0,0 h 8,0 h	8,00	18 ºC	5 ºC	0,71 KWh	1,70 KWh	1,01 KWh	0,78 KWh	4,20 KWh	0,1133	0,48 €
	8,0 h 11,0 h	3,00	20 ºC	10 ºC	0,55 KWh	1,31 KWh	0,78 KWh	0,60 KWh	3,23 KWh	0,1133	0,37 €
	11,0 h 16,5 h	5,50	20 ºC	15 ºC	0,27 KWh	0,65 KWh	0,39 KWh	0,30 KWh	1,62 KWh	0,1133	0,18 €
	16,5 h 20,0 h	3,50	20 ºC	10 ºC	0,55 KWh	1,31 KWh	0,78 KWh	0,60 KWh	3,23 KWh	0,1133	0,37 €
	20,0 h 23,0 h	3,00	20 ºC	10 ºC	0,55 KWh	1,31 KWh	0,78 KWh	0,60 KWh	3,23 KWh	0,1133	0,37 €
	23,0 h 24,0 h	1,00	18 ºC	5 ºC	0,71 KWh	1,70 KWh	1,01 KWh	0,78 KWh	4,20 KWh	0,1133	0,48 €
	2,23€/domingo										

Inclui IVA. Não inclui taxas de exploração e outras.

141,17 €/mês

Exemplo de aquecimento radiante elétrico para uma moradia com 150m2 considerando os parâmetros do quadro.