

Eficiência Energética nos Sistemas de AVAC

Perspectiva do Projecto

13^{as} Jornadas de Engenharia de Climatização
Lisboa, 17-10-2013

Pedro Saldanha e Albuquerque

Eficiência Energética nos sistemas AVAC

Os edifícios são na escala global um dos principais sectores responsáveis pelo consumo de energia.

Na Europa os edifícios são responsáveis por, sensivelmente, 40% dos consumos de energia e representam cerca de 36% das emissões de CO₂.

Em Portugal, por sua vez, os edifícios eram responsáveis, em 2005, por sensivelmente 30% dos consumos de energia primária (13% no sector de edifícios não residenciais) e 62% dos consumos de energia eléctrica (33% do sector de edifícios não residenciais).

Eficiência Energética nos Sistemas de AVAC

Números de 2009 relativos à área do Grande Porto indicam serem os edifícios responsáveis por 36% dos consumos de energia primária, sendo:

- Edifícios de serviços 20%
- Edifícios residenciais 16%

Correspondem a valores já próximos dos europeus, registando-se uma assimetria relativamente a estes pela prevalência dos consumos energéticos nos edifícios de serviços.

Eficiência Energética nos Sistemas AVAC

Trata-se de um sector em que se tem vindo a verificar um crescimento continuado e cujo peso relativo se poderá acentuar nos próximos anos. Não o será tanto nos edifícios novos mas no grande conjunto de edifícios que deverão ser reabilitados.

Trata-se, por isso, uma área em que todos os esforços no sentido da sustentabilidade e da eficiência energética são fundamentais. Esses esforços devem contudo ser sempre levados a par com a satisfação dos requisitos primeiros relativos á boa qualidade do ambiente interior, seja termo higrométrica, seja de, renovação de ar.

Eficácia Energética nos Sistemas AVAC

**O Projecto dos edifícios como actividade
transversal e multidisciplinar e os
desafios que coloca**

I. Interação com a Arquitectura

Corresponde ao primeiro desafio, porquanto:

- no estudo de implantação do edifício;
- no seu enquadramento com o meio envolvente – condições clima específicas (ventos dominantes e/ou com o construído circundante);
- na orientação e exposição solar das suas envolventes
- na caracterização das soluções construtivas das envolventes:
 - envidraçadas, seja na selecção dos vidros, como das respectivas protecções de sombreamento;
 - opacas, seja na selecção dos isolamentos térmicos, seja no seu detalhe construtivo – busca da adequada inércia térmica.

I. Interacção com a Arquitectura

ficam determinadas as características que, para a generalidade dos edifícios, decisivamente influirão:

- no seu desempenho e etiqueta energética;
- na sua boa utilização e nas condições de conforto que permite.

Por muito bem projectados e eficientes que sejam os sistemas AVAC que venham a ser considerados para um edifício, estes por si só nunca resolverão de forma adequada uma não conseguida concepção deste.

I. Interacção com a Arquitectura

Igualmente decisivas são as opções que de raiz forem coordenadas com a Arquitectura:

- na definição dos espaços e centrais técnicas para implantação dos equipamentos;
- na definição de prumadas e vãos de tectos falsos para a passagem das redes e inclusão dos equipamentos terminais;

Por muito boas características que tenham os equipamentos AVAC seleccionados, o seu desempenho será sempre penalizado se não estiverem reunidas as adequadas condições para sua instalação e funcionamento.

II. Interacção com outras Engenharias

A necessária articulação das diferentes especialidades no objectivo da sustentabilidade e da eficiência energética é, frequentemente, um desafio.

Nem sempre esse interesse é partilhado por todos os envolvidos. Contudo:

- as questões regulamentares de Certificação Energética são transversais a muitos dos projectistas envolvidos;
- as questões da sustentabilidade e de eficiência energética associadas, são, ou deviam ser comuns, á generalidade dos projectistas.

II. Interação com outras Engenharias

Destes, destaca-se o projectista das Instalações Eléctricas pela incidência que têm as instalações que projecta no consumo energético do edifício, nomeadamente a iluminação e sua regulação.

O projectista das I.E. a par com Arquitectura, na selecção das opções de iluminação, além do mero enquadramento para verificar os requisitos regulamentares, deve reflectir uma real preocupação quanto á eficiência nas soluções encontradas.

III. A Engenharia de AVAC

Nas instalações AVAC colocam-se, em fase de projecto, toda uma série de opções conceptuais:

- seja na escolha da solução geral;
- seja na definição e dimensionamento dos espaços técnicos - centrais, prumadas e caminhos horizontais;
- seja no dimensionamento e selecção dos diversos elementos integrantes dos sistemas.

Das escolhas feitas, naturalmente, resultará a maior ou menor eficiência energética da instalação projectada.

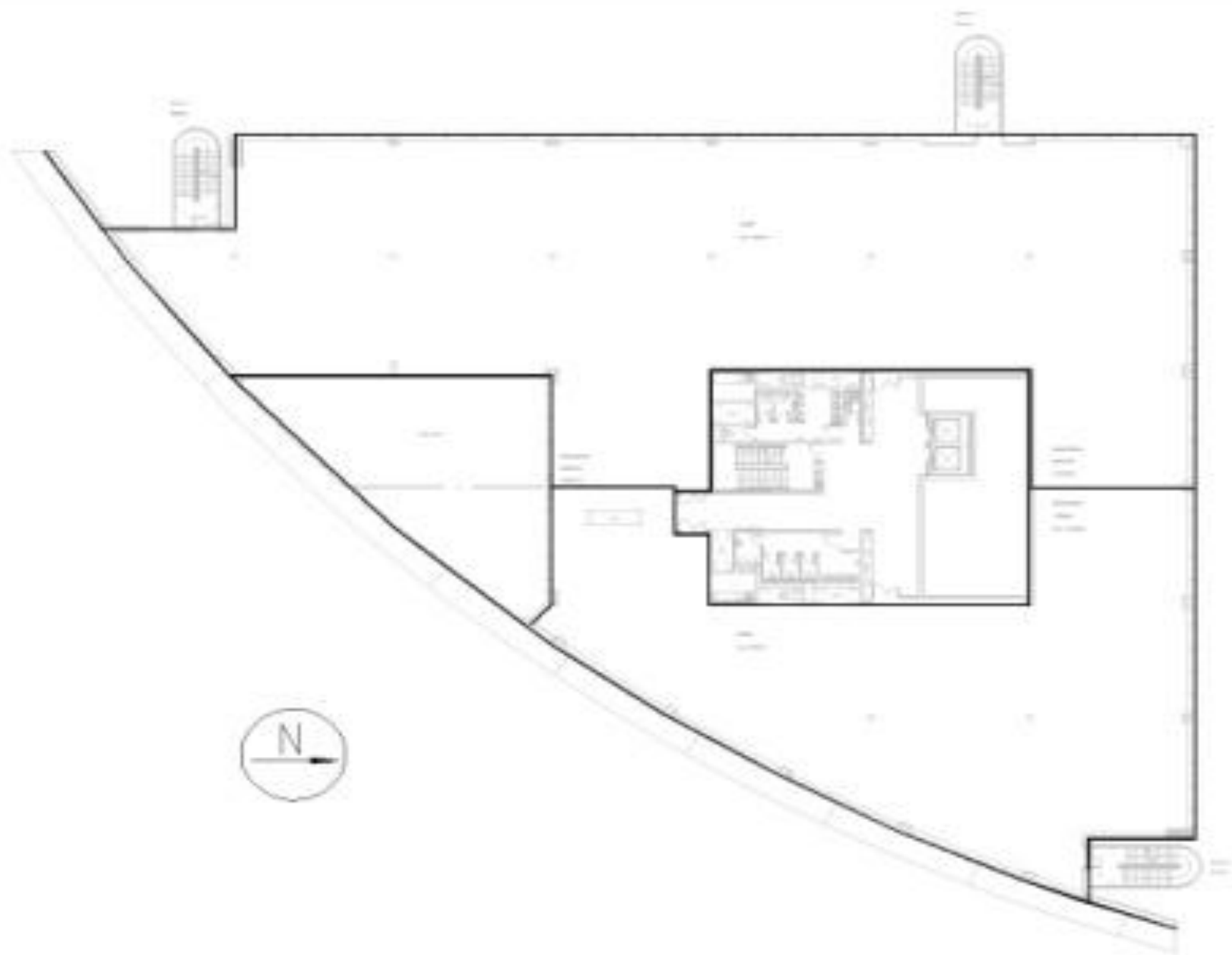
III. A Engenharia de AVAC

Numa sucinta abordagem focada ao tema da eficiência energética procurou-se identificar numa instalação AVAC tipo, oportunidades de melhoria que reflectam a seu nível opções em linha com as actuais tendências.

Em correspondência com o conceito original de um sistema térmico centralizado, a abordagem estabelece-se sobre um edifício de escritórios com uma instalação AVAC desse tipo, e que se caracteriza como se segue:

III. A Engenharia de AVAC

- três pisos acima do solo, com fracções de escritório, e duas caves de estacionamento;
- construção isolada com fachadas principais orientadas a N, SE, S e W;
- piso tipo constituído por um átrio de distribuição e núcleo central de comunicações e por duas alas, correspondendo cada a uma fracção.



III. A Engenharia de AVAC

Tem

- áreas totais climatizadas de 3650 m² de escritórios;
- áreas totais ventiladas de 4950 m² de estacionamento, 350 m² de espaços de serviços diversos e de I.S. dos pisos de escritórios.

Corresponde a um edifício construído em 2000, ao abrigo do quadro regulamentar então vigente, com adequadas características construtivas das suas envolventes:

III. A Engenharia de AVAC

- Opacas:
 - U paredes exteriores – 0,62 W/m² °C
 - U cobertura em terraço – 0,46 W/m² °C
- Envidraçadas:
 - U envidraçados – 2,5 W/m² °C
 - Fs envidraçados – 0,38
 - Fs' (vidro + protecção) – 0,21 (estores interiores de lâminas horizontais de cor clara e passadiços metálicos exteriores).

III. A Engenharia de AVAC

Correspondem os seus sistemas térmicos e de condicionamento ambiente a uma solução centralizada, visando já na sua estruturação a sua eficiência energética operativa, sendo composta por:

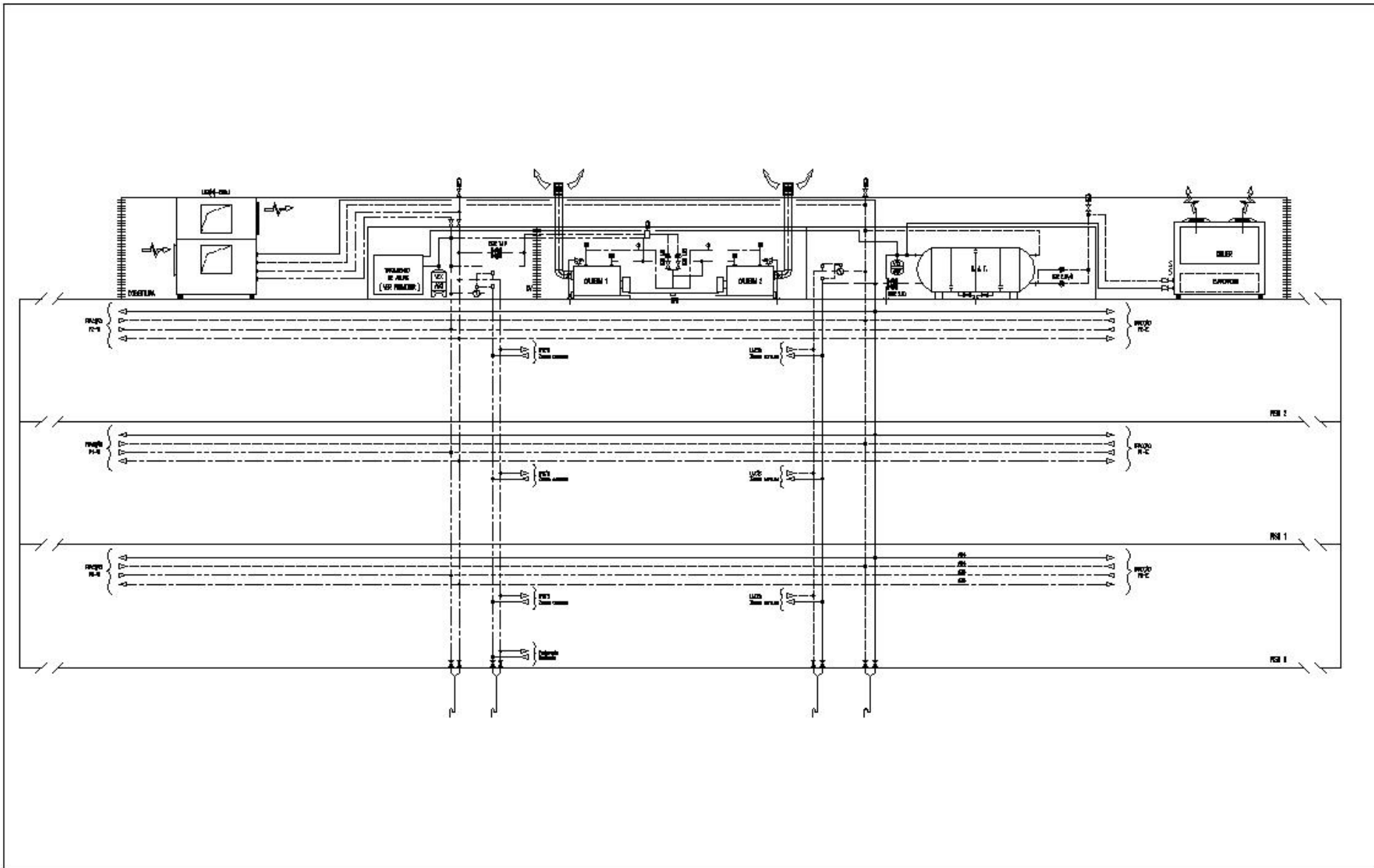
- Caldeiras a gás de baixa temperatura para aquecimento ambiente;
- Chiller ar-água, de parafuso, para arrefecimento ambiente;

III. A Engenharia de AVAC

- Preparações primárias de água quente e de água refrigerada com bombas em regime de caudal constante;
- Distribuições secundárias de água quente e água refrigerada em regime de caudal variável, função da pressão diferencial – equipamentos terminais equipados com válvulas de duas vias -;
- Unidade de tratamento de ar novo - UTAN - de duplo fluxo, integrando roda térmica entálpica e com ventiladores centrífugos com accionamento por correia;
- Distribuição de ar novo pré-tratado pela UTAN aos equipamentos locais de tratamento ambiental;

III. A Engenharia de AVAC

- Retorno de ar de renovação para recuperação do calor na UTAN por extracções em pleno tecto falso, para onde o ar tratado passa através das armaduras de iluminação
- Condicionamento ambiente local por ventiladores, associados a condutas e difusores de insuflação, com retoma do ar no pleno de tecto falso;
- Extracções independentes das IS, também compensadas por ar oriundo dos espaços condicionados.



III. A Engenharia de AVAC

Partindo deste patamar, no exercício considerado, as opções de melhoria colocam-se, essencialmente, na apreciação de opções tecnológicas que nesse conceito mais recentemente se vêm colocando.

III. A Engenharia de AVAC

Foca-se, assim, a atenção nos seguintes pontos:

- selecção de chiller´s ar-água de elevada eficiência, do tipo “scroll” e do tipo parafuso;
- utilização da variação de caudal de água através do chiller;
- selecção da UTAN com “plug fans”;
- aplicação na UTAN de filtros de menor perda de carga operacional;
- aplicação de ventilo-convectores com variação de velocidade dos ventiladores “EC Fans”.

Seleção de Chillers ar-água de elevada eficiência

Partindo do referencial do chiller com compressor de parafuso original (EER 2,9) regista-se na amostragem recolhida que:

Chillers com compressores “scroll”:

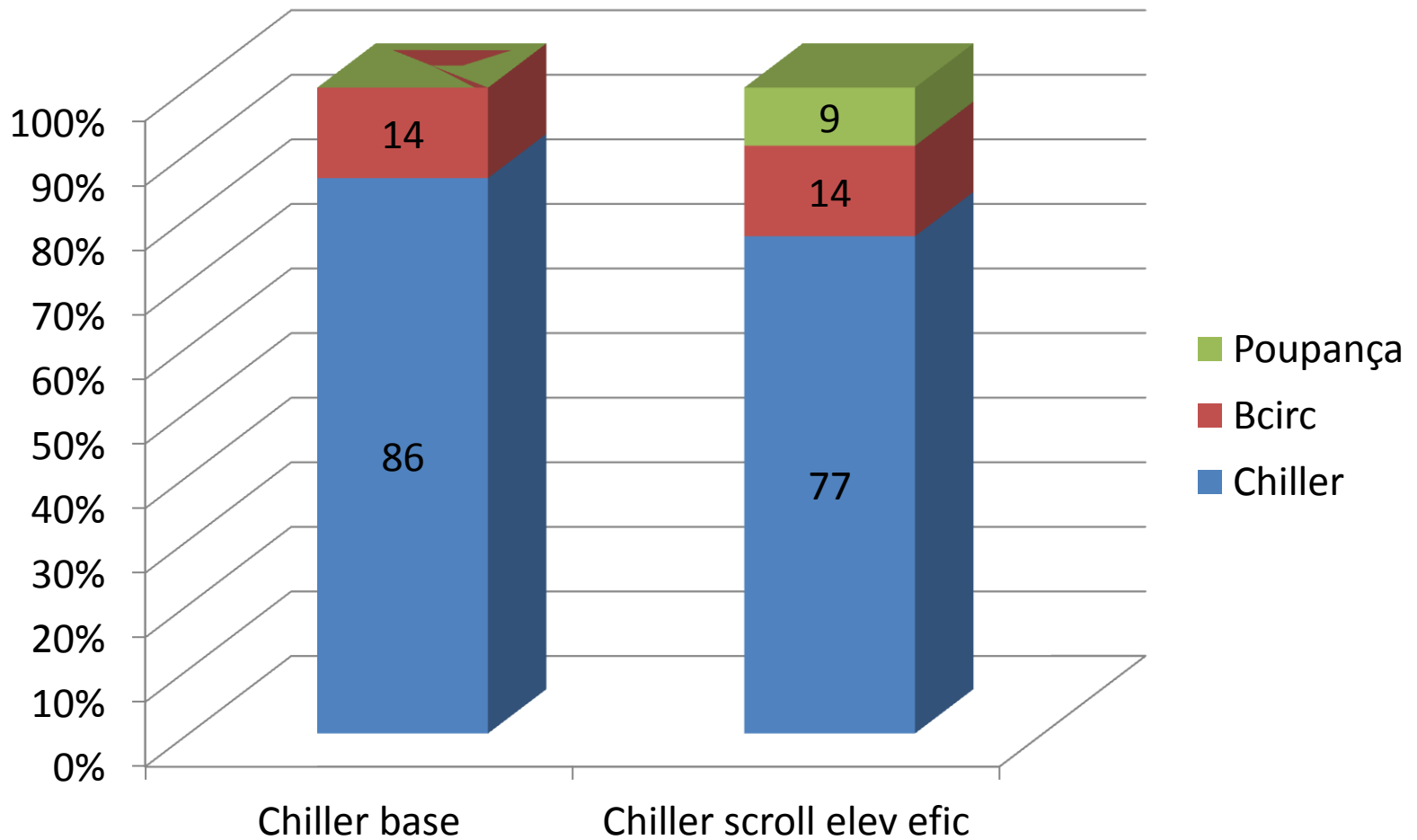
- apresentam em seleções de gama corrente valores de EER similares (2,8 a 3,1) ao de referencial base e, principalmente de ESEER de bom nível (3,9 a 4,2);
- possibilitam, em seleção de elevada eficiência, valores de EER da ordem dos 3,4 e de ESEER da ordem dos 4,4, sendo o utilizado para o comparativo.

Seleccção de Chillers ar-água de elevada eficiência

Correspondem a uma solução construtiva cuja gama de potência tem vindo sucessivamente, a crescer – disponível actualmente até á casa dos 850 kW - , representando, possivelmente, a actual tendência de mercado na sua banda de aplicação.

No gráfico que se segue apresenta-se o resultante do comparativo:

Seleção de Chillers ar-água de elevada eficiência



Seleccção de chillers ar-água de elevada eficiência

Face ao referencial base, regista-se energeticamente um ganho da ordem dos 9% na redução de consumos de energia com o chiller com compressores “scroll”, de elevada eficiência.

Reportando a um chiller do mesmo tipo de gama corrente, com desempenho similar ao com compressor de parafuso existente, o diferencial de custo terá retorno em cerca de 2 anos.

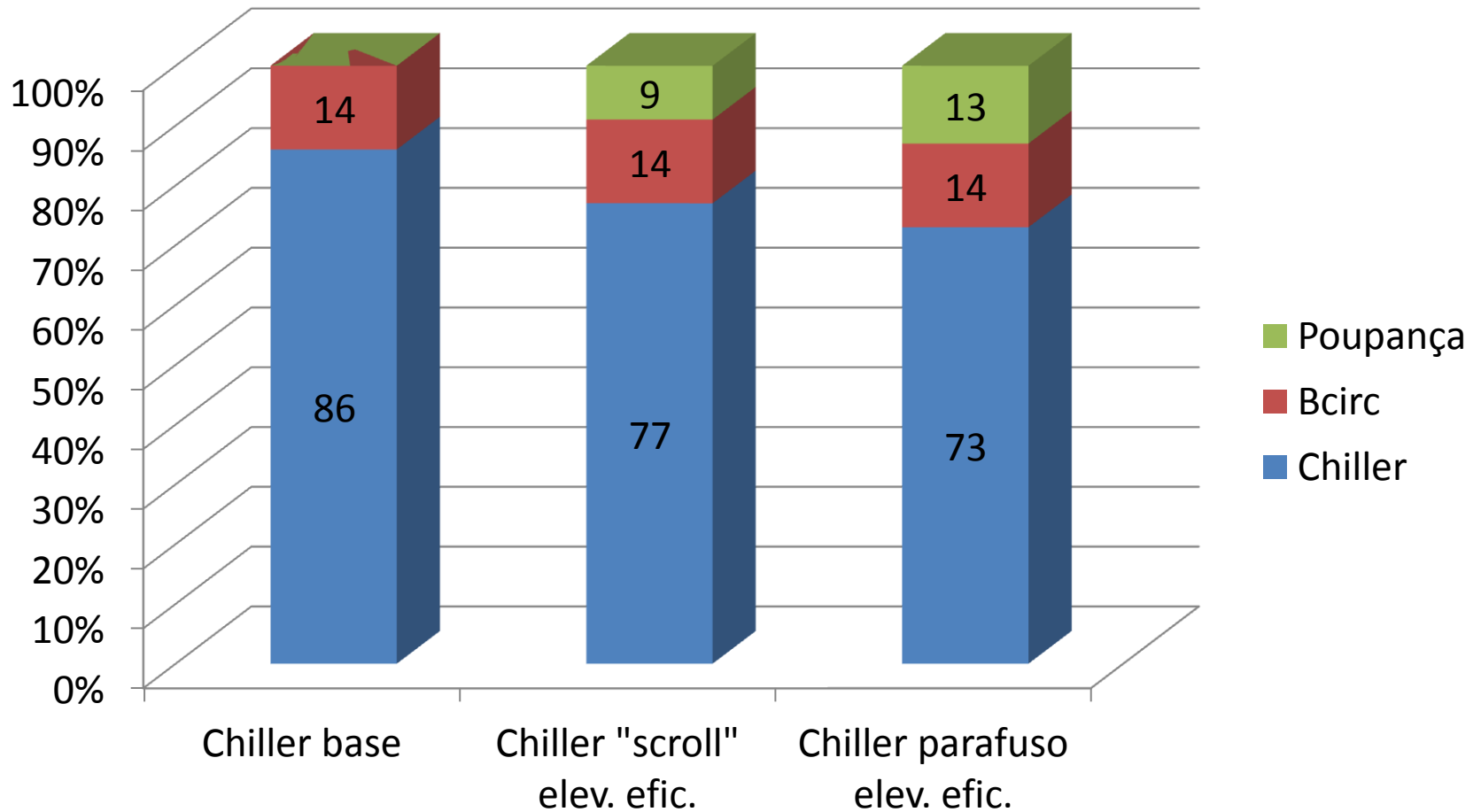
Seleccção de Chillers ar-água de elevada eficiência

Chillers com compressor de parafuso possibilitam em seleccção de elevada eficiência valores de EER da ordem dos 3,5 e de ESEER de 4,2.

Correspondem na muito alargada gama de potências em que estão disponíveis a uma solução construtiva clássica, de fiabilidade e de longevidade comprovadas.

No gráfico que se segue, apresenta-se o resultante do comparativo:

Seleção de Chillers ar-água de elevada eficiência



Seleccção de Chillers ar-água de elevada eficiência

Face ao referencial, regista-se energeticamente um ganho da ordem dos 13% na redução de consumos na preparação de água refrigerada com o chiller com compressor(es) de parafuso de elevada eficiência.

Reportando a um chiller base actual de gama corrente do mesmo tipo, o diferencial de custo terá um retorno expectável de cerca de 7 anos.

Seleccção de Chillers ar-água de elevada eficiência

Em ciclo de vida útil, comparativamente entre as duas opções construtivas, no actual cenário afigura-se vantajosa a opção pelo chiller com compressores “scroll” de elevada eficiência.

Condições de Instalação do Chiller

Foca-se aqui um assunto, particularmente importante em termos da eficiência energética no desempenho operacional do chillers.

Relaciona-se com a sua implantação no edifício e relativamente aos demais equipamentos em que é fundamental visar:

- a sua situação, obviando recirculação da respectiva rejeição de ar ou a de outros chillers vizinhos;
- procurar que beneficiem das rejeições das extracções de ar corrente das UTA'S e UTAN'S cujas temperaturas são ao longo do tempo mais favoráveis que as do ar exterior.

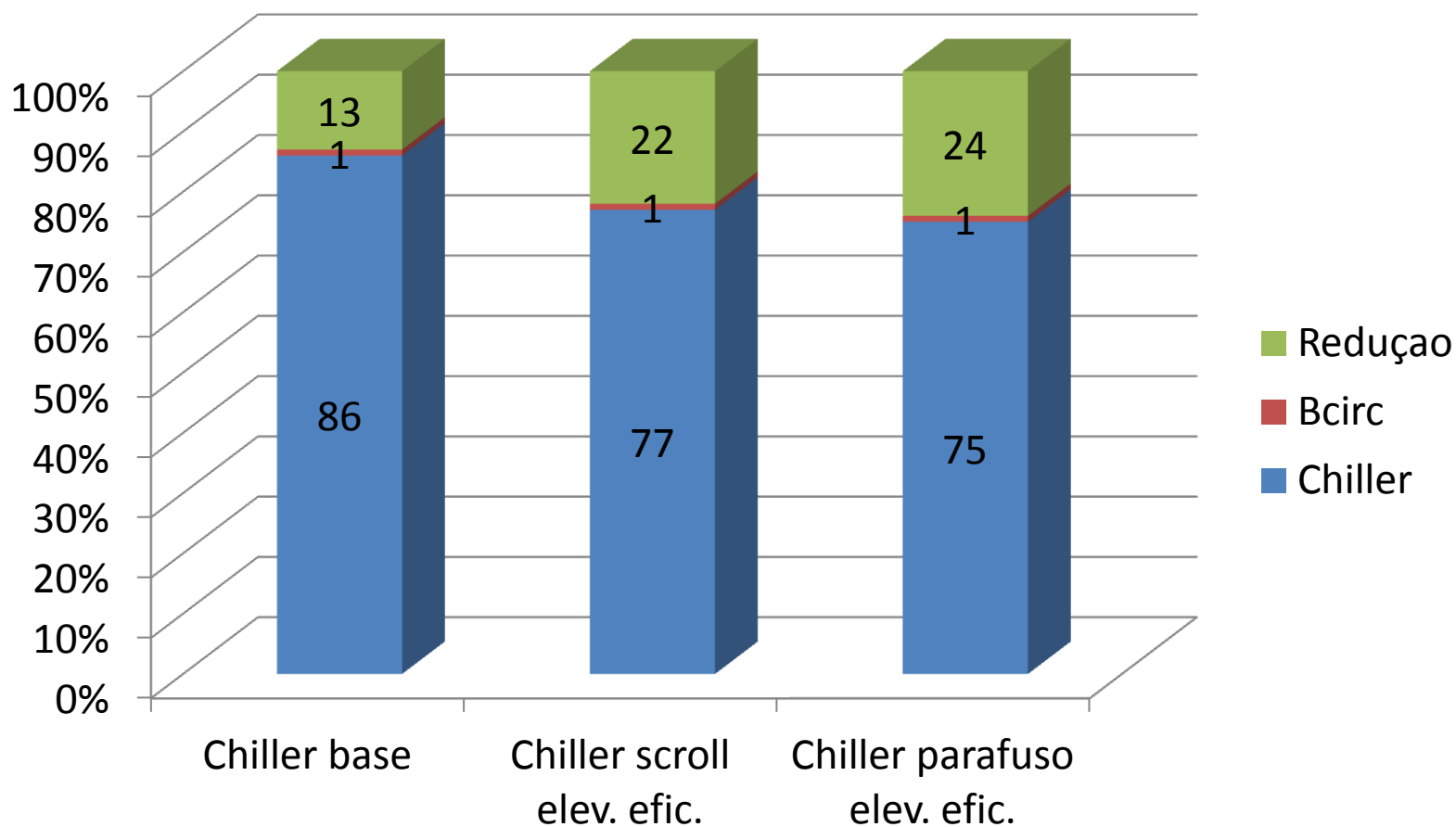
Utilização de variação de caudal de água na circulação do Chiller

Esta relativamente recente tendência corresponde à variação do caudal de água através do evaporador do chiller, função da sua carga.

Partindo das selecções anteriores dos chillers comparados, aplica-se-lhes o conceito operacional de modulação de caudal através do seu evaporador.

No gráfico que se segue apresenta-se o resultado do comparativo:

Utilização de variação de caudal de água na circulação do chiller



Utilização de variação de caudal de água na circulação do chiller

Dado o número de horas / ano em que, diariamente, de modo continuado se estabelece a circulação de água através do evaporador do chiller, esta medida revela um maior potencial que o da melhoria na selecção de um “chiller” de elevada eficiência. Poderá corresponder a uma redução de cerca de 13 a 15% do consumo de energia na Preparação de Água Refrigerada.

Reportando-se á solução base com operação em regime de caudal constante, o diferencial de custo poderá ter um retorno expectável de cerca de 1,5 anos.

Utilização de variação de caudal de água na circulação do chiller

Relativamente a esta opção há que ter em conta que:

- a sua aplicabilidade implica que os chillers estejam construtiva e tecnologicamente adaptados a essa função, com indicação expressa do fabricante dessa garantia;
- a perda de carga no evaporador deve ser tão limitada quanto possível;
- numa potencial aplicação em circuito único – produção e distribuição – o caudal máximo através do chiller é o caudal nominal do conjunto de equipamentos locais com utilização simultânea.

Utilização de variação de caudal de água na circulação do Chiller

Como nota comum a todos os sistemas de bombagem, em particular aqueles que tenham uma operação diária continuada, é especialmente relevante na procura da eficiência energética projectar limitando as perdas de carga nos equipamentos a seleccionar e na distribuição.

Seleccção de UTAN com componentes melhorados

A UTAN no caso de duplo fluxo e integrando a recuperação de calor ar extraído / ar novo com roda térmica entálpica, é uma peça fulcral na instalação, porquanto:

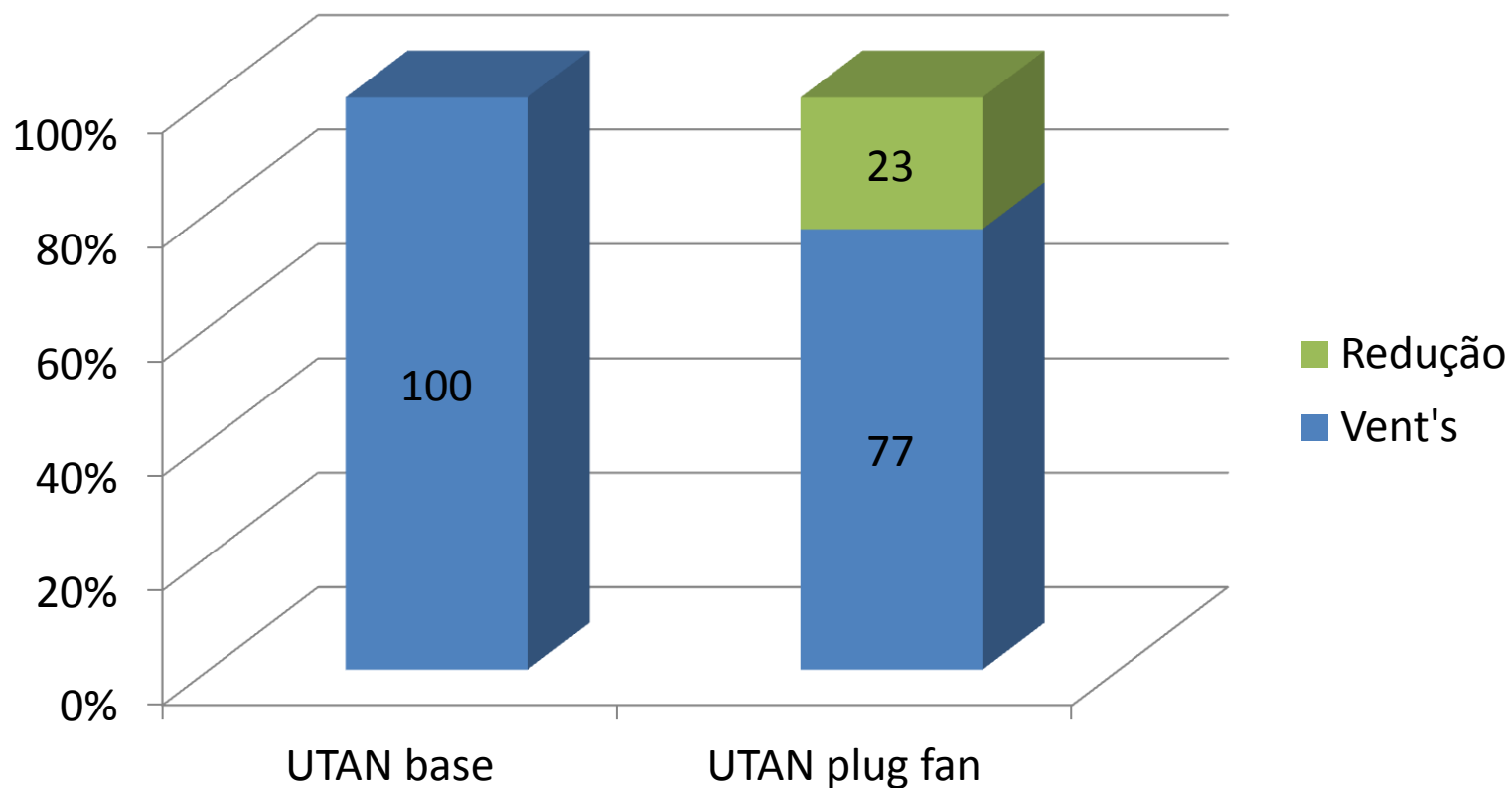
- representa na maioria das situações, conjuntamente com as redes de distribuição e extracção associadas, a única forma eficaz de ser mantida uma efectiva renovação do ar interior;
- corresponde, igualmente, a um equipamento que opera ao longo de todo o período diário de utilização do edifício, cabendo-lhe, conjuntamente com os demais ventiladores com funcionamento homólogo, a maior parcela da repartição dos consumos de uma instalação AVAC.

Seleccção de UTAN com componentes melhorados

Na base comparativa estabelecida, aprecia-se a actualmente cada vez mais frequente opção por ventiladores “plug fan” em regulação ajustada aos requisitos da UTAN.

No gráfico que se segue apresenta-se o resultante do comparativo:

Seleção de UTAN com componentes melhorados



Seleccção de UTAN com componentes melhorados

Reportando-se á solução base com ventiladores centrífugos e de accionamento por correia, uma redução de consumo de energia da ordem dos 23% é expectável.

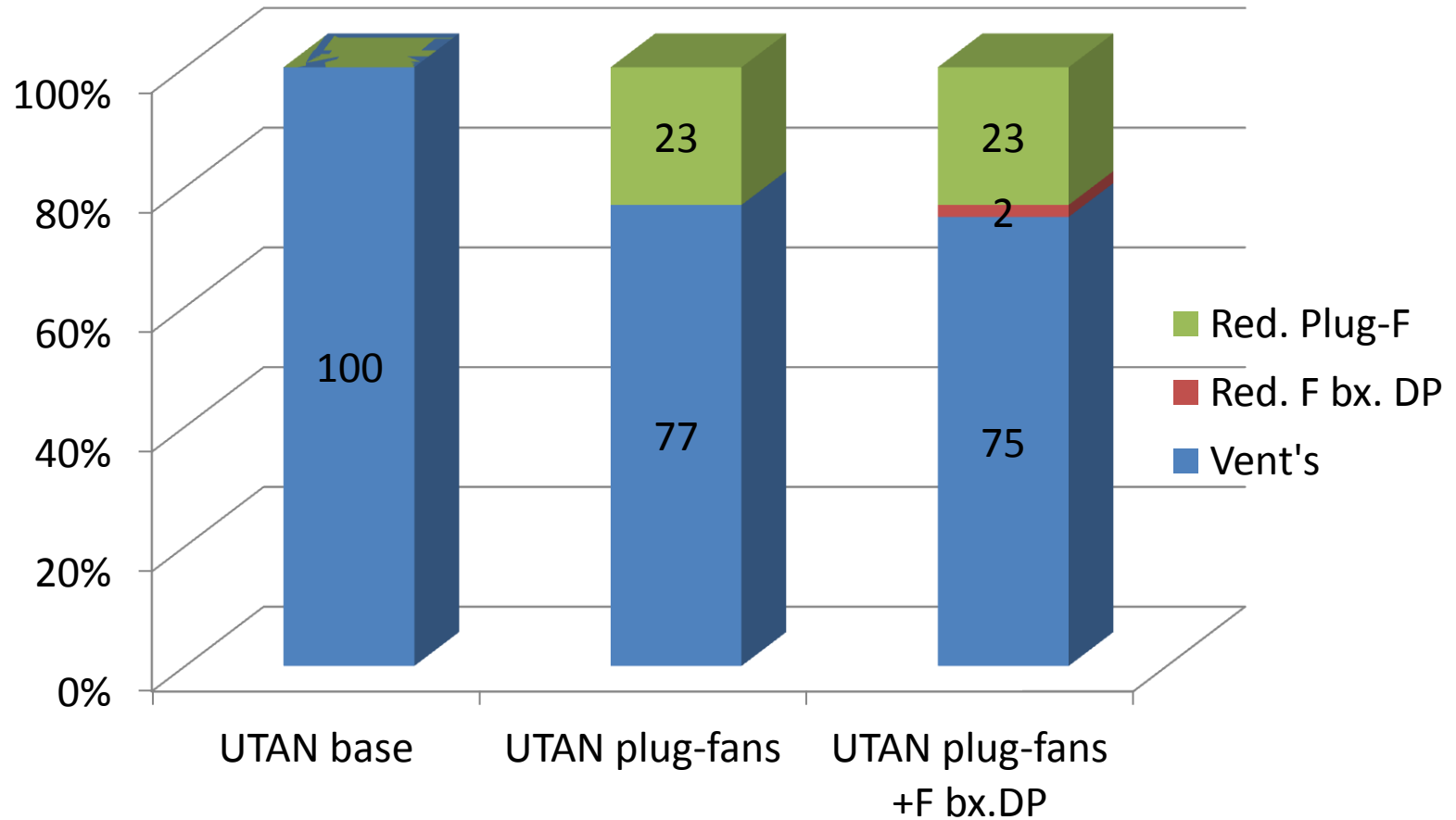
Não Introduz sobrecusto pelo que á partida será a opção a considerar.

Seleccção de UTAN com componentes melhorados

Paralelamente, considerando o uso de filtros F7 (ou de índice superior) de microfibras com uma gama operativa de menores pressões diferenciais (inicial 75 Pa – final de 200 Pa) em lugar dos correntemente utilizados, uma redução de consumo de energia será igualmente conseguida.

No gráfico que se segue apresenta-se o resultante do comparativo:

Seleção de UTAN com componentes melhorados



Seleccção de UTAN com componentes melhorados

Reportando-se á solução base, o diferencial de custo terá um retorno expectável de cerca de 2 anos, o que poderá não ser inferior á vida média útil esperada para esta gama de filtros.

Aplicação de VC's com “EC fans”

Esta também relativamente recente tendência corresponde à variação da velocidade e, conseqüentemente, à variação do caudal de ar movimentado pelos ventiladores dos ventilo-conectores em função do regime e carga térmica requeridas ao longo de cada dia.

Corresponde a uma medida que, além de visar a redução do consumo de energia eléctrica, tem uma influência directa na carga térmica de condicionamento do ambiente, sendo que:

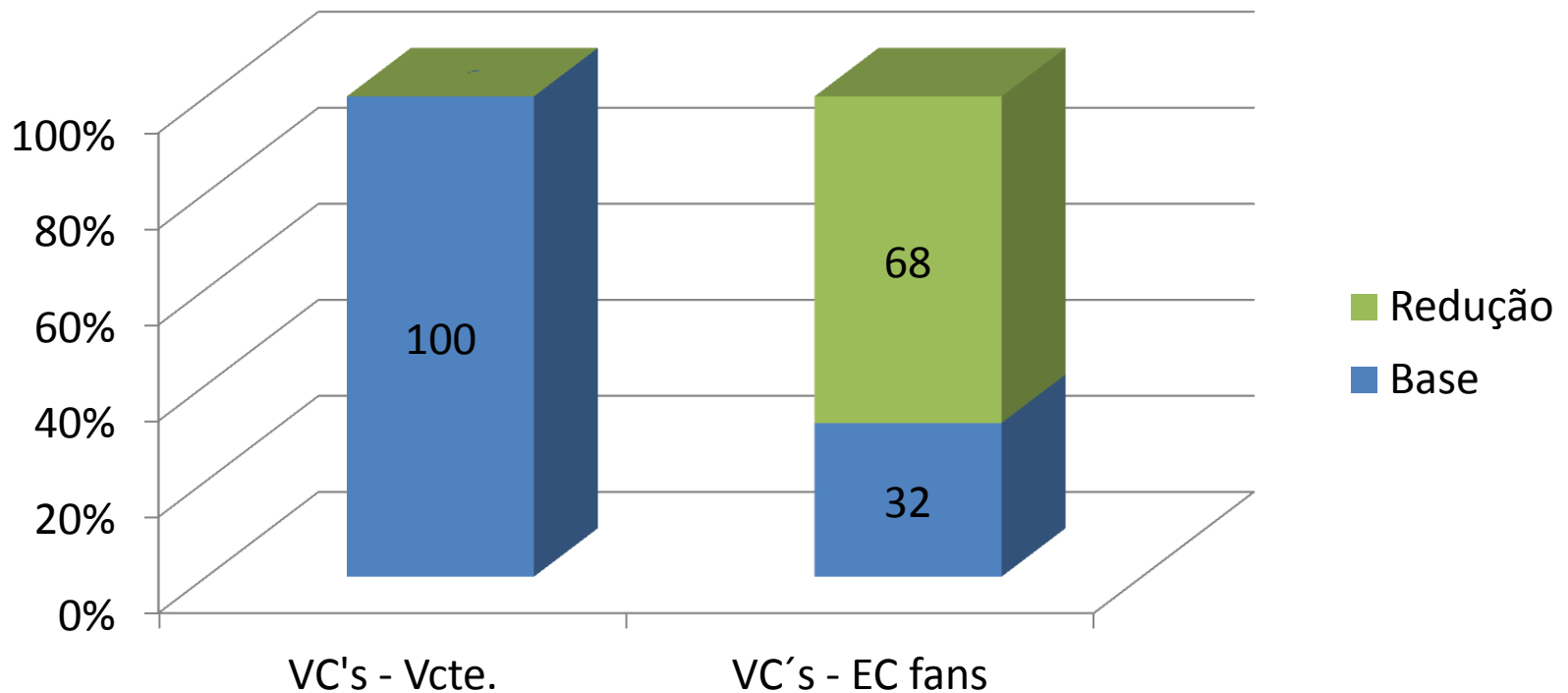
Aplicação de VC's com “EC fans”

- em período quente, pela redução dos ganhos internos próprios, limita as necessidades em arrefecimento sensível e permite uma redução do consumo energético para esse fim.
- em período frio pela redução dos ganhos internos que lhe estão associados, leva porém a um aumento do consumo energético para esse fim - gás natural queimado nas caldeiras no caso vertente;

O balanço da medida é energeticamente favorável até porque o peso relativo do menor consumo de energia eléctrica tem, em custos de exploração, maior relevância que o peso relativo do aumento do consumo de gás.

Aplicação de VC's com "EC fans"

No gráfico que se segue apresenta-se o resultante do comparativo:



Aplicação de VC's com “EC fans”

Reportando á solução base, o diferencial de custo terá um retorno expectável de cerca de 5 anos.

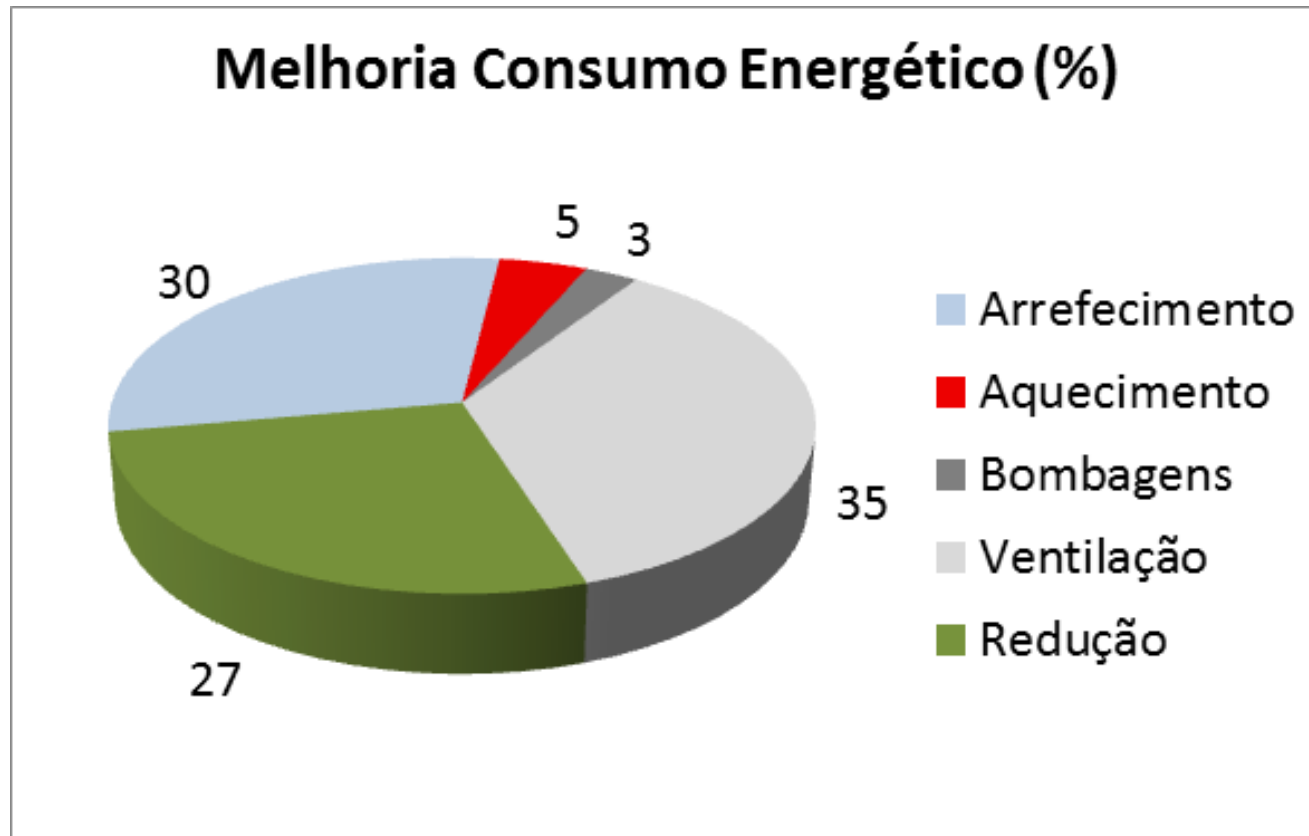
Trata-se, porém, de uma medida que deve ser ponderada tendo em conta a posição dos VC's no espaço a tratar. Situações haverá que em aquecimento e/ou arrefecimento a modulação de velocidade inibirá a correcta difusão de ar no espaço a tratar, condições em que não deverá ser aplicada.

Impacto no consumo energético das I.AVAC

As diversas medidas abordadas são pequenos passos que, quando conjugados, mesmo numa instalação que de raiz já se situa num patamar de desempenho elevado, possibilitarão uma redução de consumos de energia sensível, como se apresenta no gráfico que se segue.

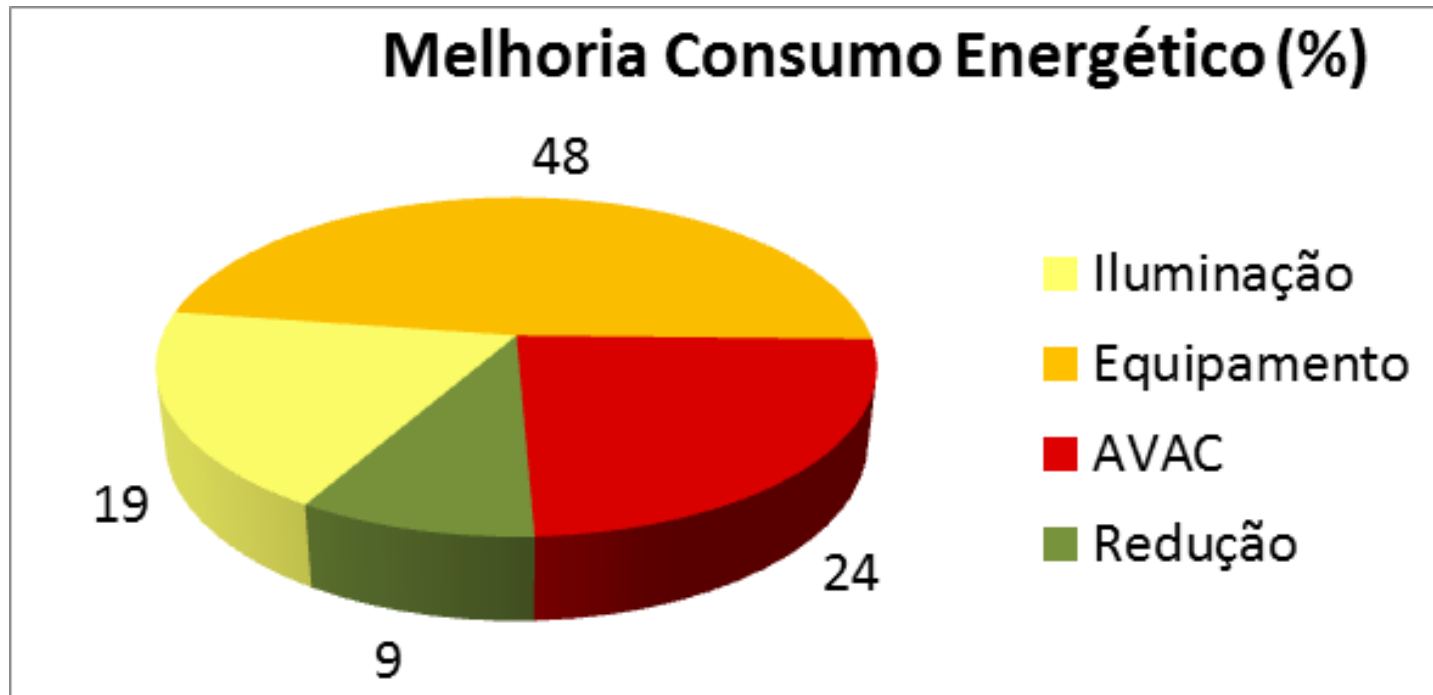
Em obra nova as medidas apontadas corresponderiam no seu conjunto a um incremento do custo da instalação que se situaria apenas na casa dos 3 a 4% e a um retorno dessa aplicação na ordem dos 2,5 a 3 anos.

Impacto no consumo energético nas I.AVAC



Corresponde em termos das I.AVAC do edifício, a uma redução de consumos de energia da ordem dos 27%

Impacto no consumo energético no edifício



Corresponde em termos gerais do edifício, a uma redução de consumos de energia da ordem dos 9%

Resulta em suma que:

- o acto de projectar um edifício deve ter sempre presente na sua concepção a perspectiva da sustentabilidade e da eficiência energética;
- tal só é efectivo se toda a equipa de projecto estiver tecnicamente preparada, motivada e articulada para tal;
- tal só é alcançável se existir uma predisposição ou for alcançada com o Dono da Obra uma empatia nesse mesmo sentido.

visando que:

- antes de ter sistemas, um edifício, consoante o seu uso, tenha uma concepção base otimizada para tal;
- os sistemas de implementar tenham a “menor” dimensão possível.

Cada um de nós, e colectivamente, temos a responsabilidade de procurar agir na via da sustentabilidade:

- eliminando desperdícios;
- reduzindo consumos;
- limitando a pegada ecológica,

dos edifícios projectados ou intervencionados.

A eficiência energética é, além da técnica, uma questão de atitude.

Obrigado pela atenção