



Optimização do sistema

para aplicações chiller de
condensação a ar

BOLETIM DE
APLICAÇÃO

APLICAÇÕES E OPTIMIZAÇÃO DE ENERGIA

Os sistemas HVAC desempenham um papel crucial, uma vez que regulam as condições termo-higrométricas de um edifício, sendo os sistemas que mais consomem energia.

É de realçar que o controlo termo-higrométrico consiste em manter, dentro de limites aceitáveis, parâmetros como:

1. temperatura média do ar interior
2. humidade do ar relativa
3. velocidade e qualidade do ar (ver a concentração de CO_x, NO_x, SO_x)
4. temperatura média radiante da superfície limite
5. ruído induzido por sistemas relacionados com o sistema HVAC

Importa referir que embora o ruído não seja um parâmetro estritamente relacionado com as condições termo-higrométricas, ajuda imenso a oferecer conforto ambiental a qualquer ser humano.

Para cumprir esta difícil função, os sistemas HVAC têm de ser compostos por peças mecânicas e eléctricas, que também estão relacionadas com aparelhos de automação industrial e controlos electrónicos (imagem 1).

IMAGEM 1: COMPONENTES DO SISTEMA HVAC

- Chiller
- Bombas
- Colectores hidráulicos
- Tanques de inércia
- Unidades ventilo-convectoras
- Unidades de tratamento de ar
- Válvulas de três vias
- Filtros de água
- Tanques de expansão



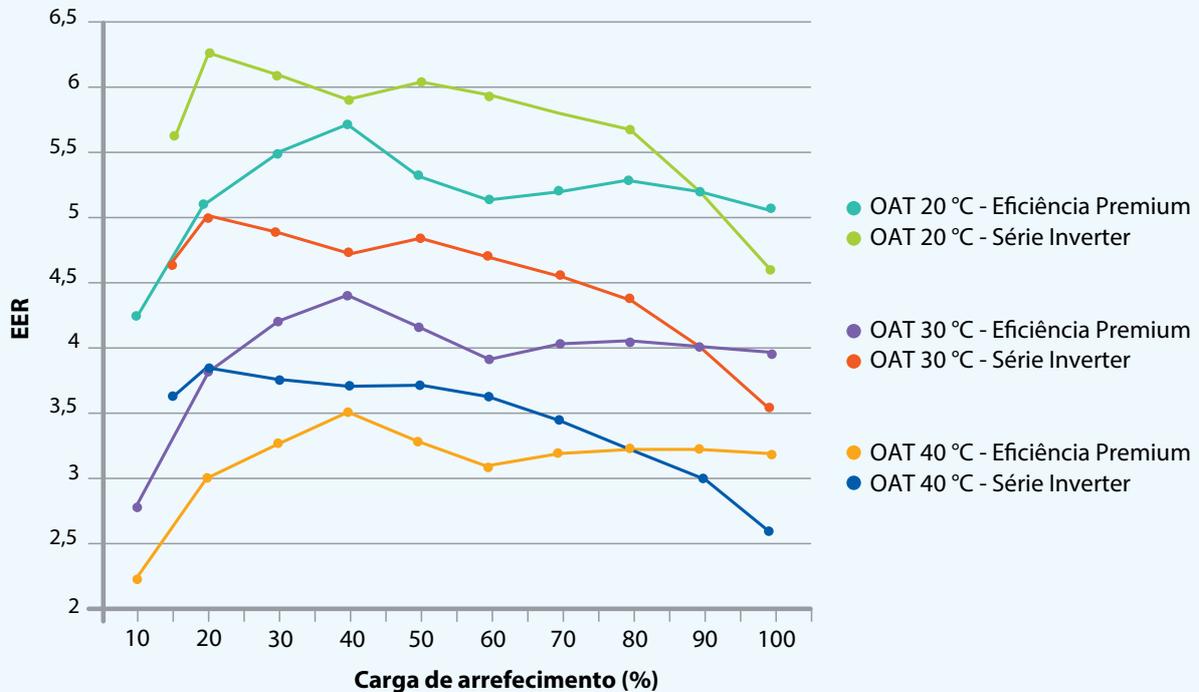
É de destacar que as normas a que este sistema tem de obedecer são muito elevadas, uma vez que estão em causa questões de eficiência ambiental e energética. Actualmente, os sistemas HVAC têm de assegurar o conforto ambiental dos utilizadores e, simultaneamente, têm de oferecer níveis de eficiência energética de elevado perfil.

Para estar em conformidade com estes requisitos, a Daikin oferece uma ampla variedade de unidades, cada uma delas com diferentes características energéticas adequadas a um elevado número de aplicações. Estão disponíveis os seguintes chillers: a) otimizado para funcionar à carga máxima; b) otimizado para funcionar a carga parcial; c) concebido para instalação em série ou d) ideal para instalação hidrónica em paralelo.

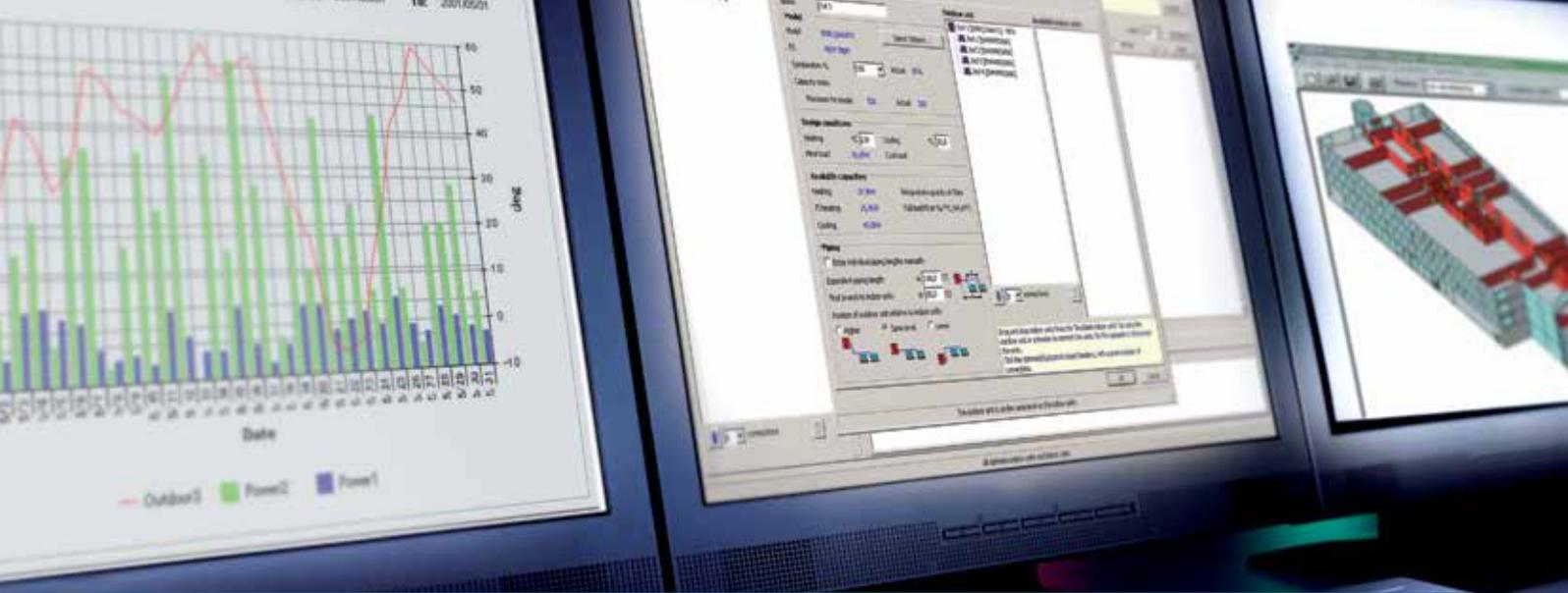
Mais especificamente, são várias as unidades que a Daikin está a oferecer no seu catálogo (imagem 2):

- **SÉRIE DE ALTA EFICIÊNCIA** com valores EER Classe A a 100% de carga e com excelentes resultados, mesmo em carga parcial, graças a soluções tecnológicas patenteadas relacionadas com a descarga dos compressores de parafuso
- **SÉRIE DE EFICIÊNCIA PREMIUM** com valores EER a 100% de carga, entre os mais elevados do mercado. Adequada a soluções que requerem eficiência a carga total com aplicações de compressores de parafuso de elevado perfil
- **SÉRIE INVERTER** com EER que aumenta à medida que o chiller descarrega. Perfeita para aplicações em que a unidade tem de funcionar a carga parcial

IMAGEM 2: COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENTRE UNIDADES PREMIUM E INVERTER (2 COMPRESSORES)



OAT: temperatura ambiente exterior (outside ambient temperature)



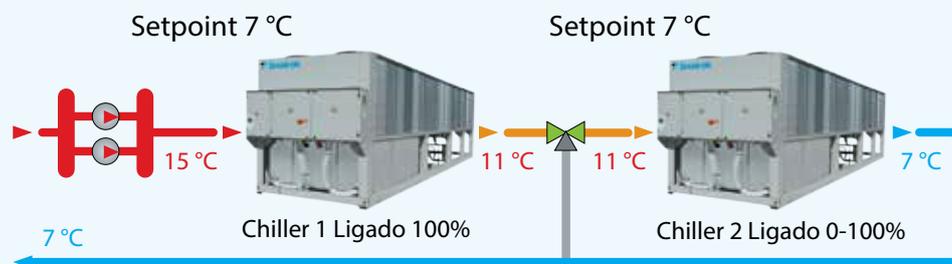
CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

Para otimizar a solução, é importante analisar e avaliar as configurações hidráulicas possíveis. As metas de eficiência energética apenas podem ser alcançadas fazendo corresponder os tipos de chillers seleccionados à configuração, no que diz respeito à concepção hidráulica.

Sem entrar em detalhes técnicos relativamente à instalação, importa lembrar que seleccionar dois ou mais chillers significa que pode optar-se entre duas soluções hidráulicas diferentes.

CONFIGURAÇÃO EM SÉRIE

IMAGEM 3: CONFIGURAÇÃO EM SÉRIE DE DOIS CHILLERS



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- carga de prioridade (chiller 1) quando o valor do setpoint é igual ao chiller 2 (relativamente à produção de água arrefecida)
- aumento relevante do caudal de água em movimento nos evaporadores
- necessidade de aumentar o ΔT no sistema do $\Delta T=5$ K padrão para menos de $\Delta T=8-10$, para limitar o aumento das quedas de pressão dos permutadores de calor
- instalação do sistema bypass hidráulico no chiller 2, em caso de standby devido a condições de carga parcial
- um só sistema de bomba de água arrefecida frequentemente fornecido com regulação por inverter ou composto por bombas paralelas para permitir redundância relevante para aumentar a fiabilidade do sistema e controlar a fase do caudal processado

CONFIGURAÇÃO EM PARALELO (em paralelo com retorno inverso - imagem 5)

IMAGEM 4: CONFIGURAÇÃO EM PARALELO

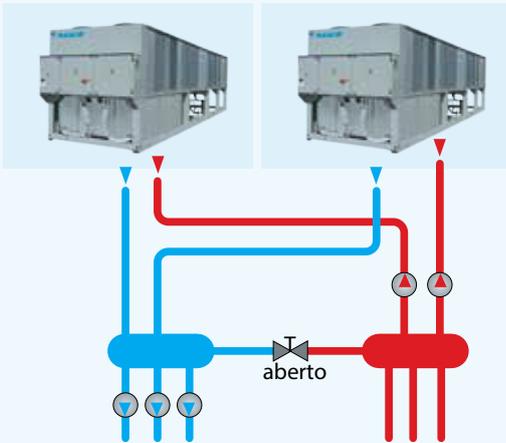
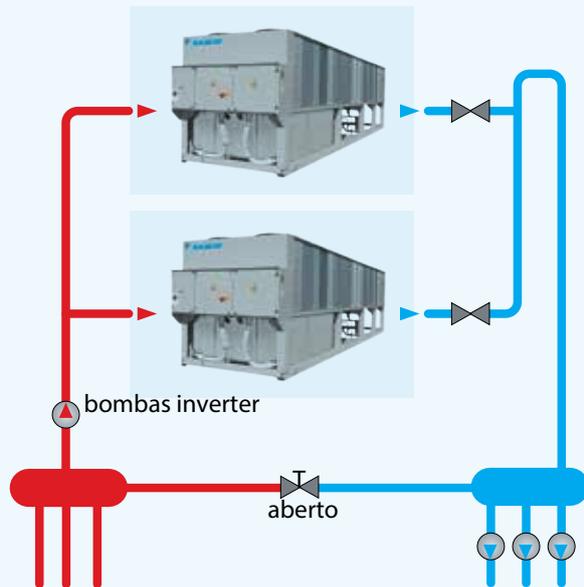


IMAGEM 5: CONFIGURAÇÃO EM PARALELO COM CONFIGURAÇÃO DE RETORNO INVERSO



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- tubos de abastecimento e retorno para cada aparelho
- sistemas de grupo hidráulico independentes para cada chiller
- necessidade de colector de descarga e de retorno para permitir o abastecimento de água necessário a cada unidade

Por um lado, esta configuração do sistema (a mais comum) permite uma gestão totalmente independente de cada chiller e uma maior flexibilidade, por outro lado, não permite a optimização dos custos de instalação porque exige sistemas de tubagem maiores e mais grupos hidráulicos de água.

No entanto, é possível otimizar este tipo de configuração se as unidades (duas ou mais forem do mesmo tamanho. Assim, permite-se as mesmas quedas de pressão do evaporador.

Tal optimização assenta na configuração de tubagem de "retorno inverso em paralelo" (imagem 5) e oferece as seguintes vantagens:

- redução do comprimento da tubagem para ligar os permutadores
- instalação de um grupo hidráulico de água arrefecida, frequentemente fornecido com regulação por inverter

Com permutadores do mesmo tamanho, concebidos para as mesmas quedas de pressão, esta configuração hidráulica permite uma distribuição do caudal de água naturalmente equilibrada entre as diferentes ramificações do sistema, ou seja, entre os chillers instalados. Nesta configuração, assim como para a ligação em série, deve ser instalada uma válvula de corte em cada ramificação para cortar o chiller correspondente do sistema no modo standby. Isto reduzirá os custos hidráulicos.

GESTÃO DE ENERGIA

Para além da configuração do sistema hidrónico, o método particular de gestão de energia de cada unidade do sistema ainda permanece por analisar. A gestão de energia tem de ser considerada a estratégia de medição da capacidade de arrefecimento total requerida pelo sistema.

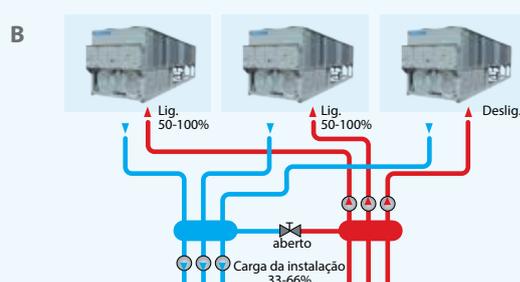
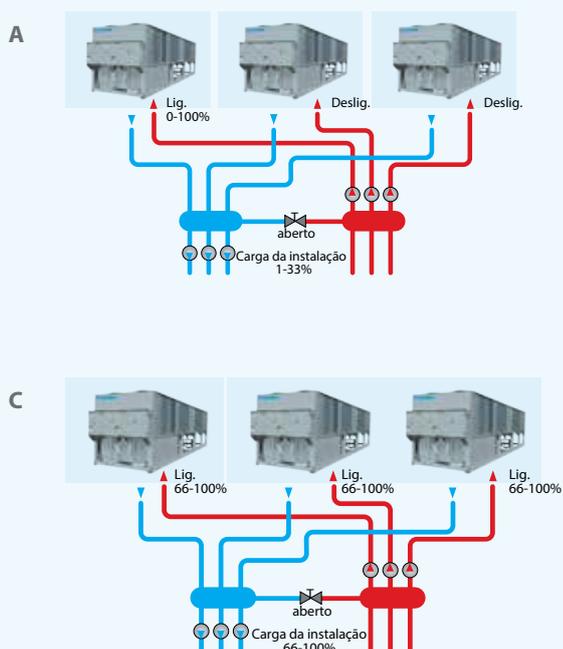
Os métodos de gestão de energia ou de "medição da potência de arrefecimento" podem ser resumidos do seguinte modo:

Medição da fase em paralelo

A unidade com menos horas de funcionamento é a primeira a ser activada nesta estratégia. Assim que o chiller é ligado, segue o aumento de carga exigido pelo sistema até alcançar a capacidade máxima a 100%. Qualquer aumento posterior da carga do chiller solicitada por outros utilizadores do sistema activa outro chiller, que começa a funcionar paralelamente ao primeiro.

A consequência desta operação consiste numa redução da potência de arrefecimento da primeira unidade, o que, com dois chillers de capacidade equivalente instalados em paralelo, faz com que a mesma carga seja aplicada em cada unidade operacional.

IMAGEM 6: EXEMPLO DE MEDIÇÃO DA FASE EM PARALELO EM 3 UNIDADES COM O MESMO TAMANHO



A: Na fase inicial, apenas um chiller está a funcionar modulando da carga mínima ao valor de 100%.

B: De seguida, dois chillers partilham o valor total solicitado, iniciando cada um em 50% como carga mínima.

C: Por fim, todos os chillers são solicitados a ajustar a sua carga modulando em paralelo e iniciando numa carga mínima superior.

Medição da fase em série com carga de prioridade

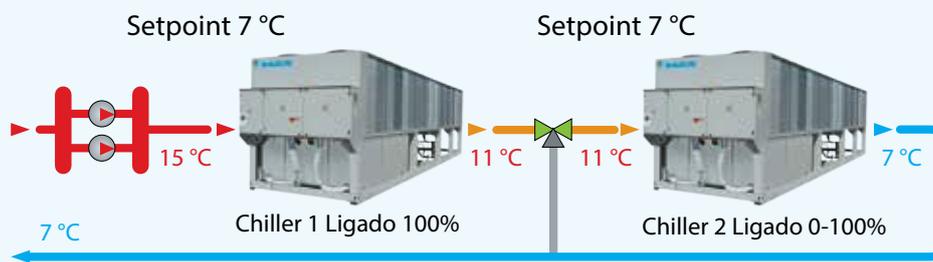
Este método implica uma unidade particular com características energéticas para carga de prioridade, independentemente do número de "horas de funcionamento". Espera-se que este parâmetro seja superior devido à primeira unidade (com "prioridade") em comparação com as outras.

O aspecto crucial desta medição de energia assenta em manter a primeira unidade carregada a 100% mesmo que seja necessário mais do que um chiller para alcançar a carga total do sistema. Para alcançar esta condição, é necessário atribuir também à primeira unidade (com "prioridade") uma prioridade hidráulica, instalando-a "a montante".

É possível alcançar esta condição hidráulica:

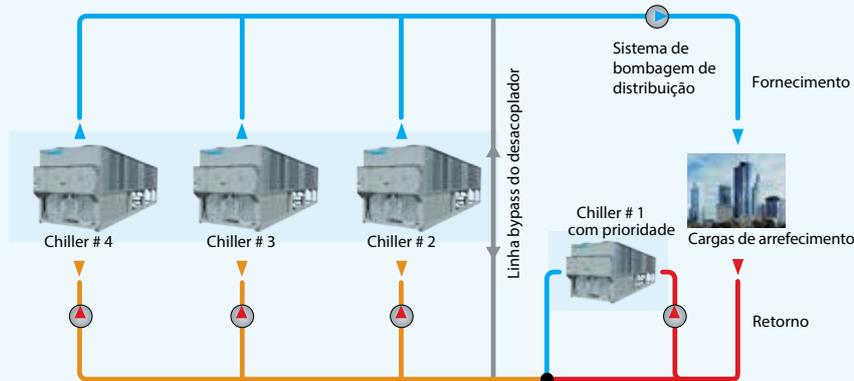
- utilizando uma configuração "em série" para dois chillers (imagem 7) em que a totalidade do caudal de água do sistema passa sempre pelo chiller 1 primeiro.

IMAGEM 7: CONFIGURAÇÃO EM SÉRIE DE DOIS CHILLERS



- quando existirem mais do que duas unidades (e por isso, a carga no circuito principal do sistema é demasiado elevada para colocar os grupos de chillers em série devido a quedas de pressão excessivas dos evaporadores), instalar as unidades "prioritárias" em paralelo para a tubagem principal de retorno e a jusante (imagem 8).

IMAGEM 8: UNIDADE PRIORITÁRIA (#1) NO CIRCUITO PRINCIPAL COM OUTROS CHILLERS



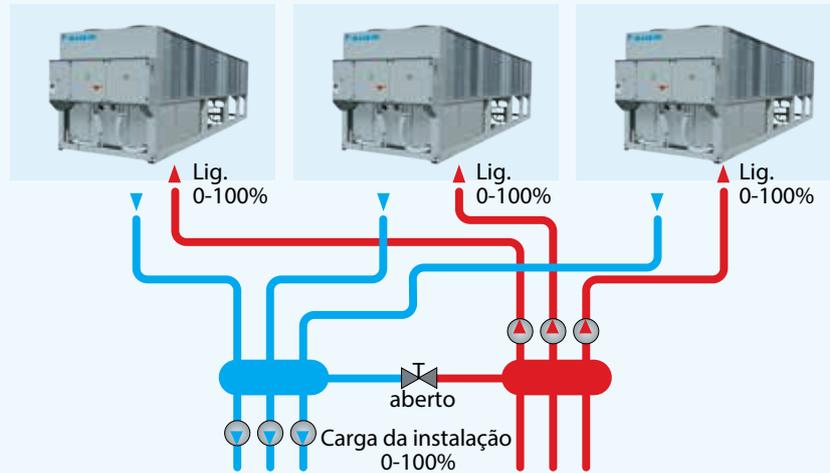
A instalação particular da primeira unidade (chiller 1 - imagem 8) permite processar o caudal de água de retorno em primeiro lugar e independentemente. De facto, a instalação em paralelo à tubagem principal de retorno do sistema:

- oferece o alcance total da carga quando é igual ou inferior à capacidade do chiller 1 e o caudal de água principal correspondente.
- permite pré-arrefecer a temperatura da totalidade do caudal de água de retorno. Esta temperatura será colocada no valor do setpoint através da activação em série dos outros chillers instalados na "configuração em paralelo" e controlado de acordo com um método de gestão de energia em "fases em série" (ver a imagem 6). Tal efeito pré-arrefecimento concede uma carga de 100% na primeira unidade (com "prioridade") desde que o setpoint seja exactamente o mesmo que o de todos os outros chillers no circuito principal.

Medição em paralelo em todas as unidades

Este método de gestão solicita a utilização simultânea de cada chiller instalado, excepto as unidades com alcance de reserva. É exigida a medição simultânea em paralelo da carga de arrefecimento total para cada um (imagem 9).

IMAGEM 9: CONFIGURAÇÃO EM PARALELO COM MEDIÇÃO DA CARGA EM PARALELO



Este modo de medição de carga requer que todos os chillers sejam semelhantes, no tipo de energia e na capacidade de arrefecimento nominal.



OPTIMIZAÇÃO DA ENERGIA DO SISTEMA

Alcançar os padrões de eficiência energética mais elevados na gestão anual de um sistema HVAC é um desafio em cada fase: planeamento, concepção final, instalação, colocação em funcionamento e manutenção do sistema.

A fase de planeamento é importante para obter elevados níveis de eficiência energética num sistema HVAC, porque este é o momento em que a futura estrutura energética do sistema é concebida. Para fazer as escolhas certas nesta fase, é importante realizar os seguintes tipos de análise:

- **análise da carga do chiller** solicitada pelos utilizadores, com detalhes de tempo correspondentes a cada uma das 8.760 horas do ano;
- **análise energética dos chillers** que deveriam corresponder à carga geral do sistema, sempre com detalhes horários das condições de trabalho.

1. ANÁLISE HORÁRIA DA CARGA DO SISTEMA DURANTE TODO O ANO.

Sem dúvida, é aqui que o processo de optimização energética tem início. Quanto mais precisa e eficaz for a análise, melhores são os resultados. Em muitas aplicações, é difícil estabelecer a carga de arrefecimento esperada. Mesmo que procedimentos mais ou menos precisos possam prever a carga máxima anual, é bastante difícil prever a distribuição horária da carga de arrefecimento, que requer o conhecimento de muita informação relativamente à aplicação em causa. No entanto, esta meta deve ser alcançada se o objectivo for o nível máximo de eficiência energética de um sistema HVAC, sempre tendo em conta a produção de capacidade de arrefecimento.

Em muitos países, há vários programas de cálculo energético, que recebem procedimentos padrão de cálculo térmico e são capazes de definir os requisitos de arrefecimento mais elevados no Verão e de aquecimento no Inverno para o edifício simulado. É de referir que não existe apenas um programa de simulação térmica internacional. Cada país nomeia uma instituição local para definir e publicar um padrão de cálculo nacional específico. Por exemplo, o Departamento de Energia Americano (DOE) divulgou um procedimento de cálculo padrão aplicável no Território dos EUA, ao passo que na Europa cada país tem de receber um padrão de cálculo mínimo por lei, mas cada organização nacional pode ajustá-lo para tornar o cálculo mais específico e "detalhado".

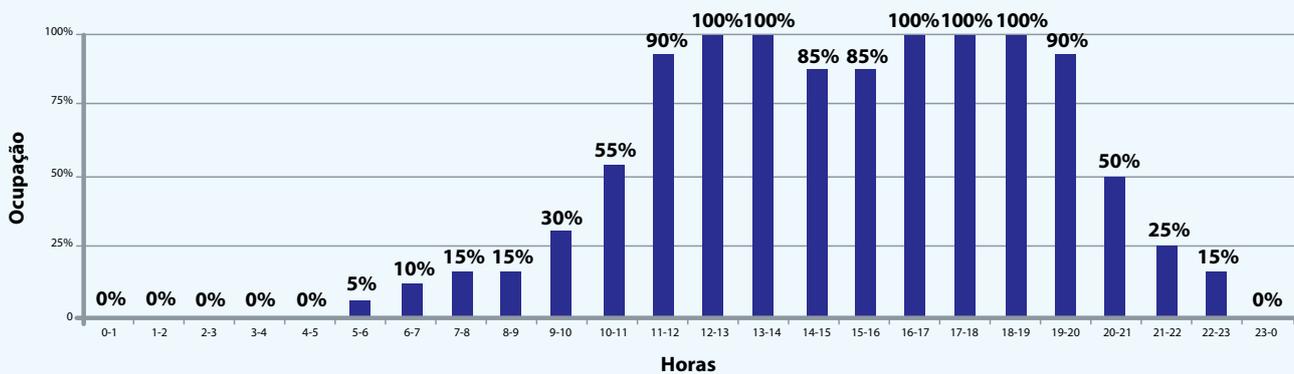
Enquanto valor de referência reconhecido internacionalmente, pode indicar-se o software "EnergyPlus" (apresentado pelo DOE). O software simula o edifício, quando a respectiva disposição tiver sido inserida no programa, tendo em conta características "endógenas" e "exógenas".

Todos os simuladores de carga térmica de edifícios certificados ou não apenas oferecem:

- um valor no Verão de capacidade de arrefecimento máxima (pico no Verão kW)
- um valor no Inverno de capacidade de aquecimento máxima (pico no Inverno kW)
- requisitos de energia estimados (kWh), em aquecimento e arrefecimento, com detalhes relativos a todos os meses do ano.

Nenhum destes programas é realmente capaz de fornecer a informação necessária para realizar uma análise precisa da energia dos chillers, ou seja, um perfil horário da capacidade de arrefecimento solicitada pelo sistema ao longo do ano. É relativamente fácil definir o início a partir dos requisitos de energia mensais estimados pelos softwares mencionados e fazer previsões com base em parâmetros como a utilização semanal do edifício, o perfil horário das cargas endógenas (incluindo a ocupação horária - imagem 10) e outras variáveis importantes que o designer do sistema conhece ou é capaz de prever.

IMAGEM 10: EXEMPLO DE TAXA DE OCUPAÇÃO HORÁRIA



Entre estas variáveis encontram-se os detalhes horários do clima da área, nomeadamente a temperatura exterior ($T_{\text{lâmpada seca}}$) e a humidade relativa (HR %). Estas informações podem ser facilmente obtidas on-line graças aos numerosos websites de meteorologia.

Os dados relacionados com a capacidade de arrefecimento horária, a par do conhecimento do valor horário do EER dos chillers, concedem a possibilidade de realizar uma simulação anual precisa e eficiente do sistema. Isto é muito útil para avaliar o desempenho energético da configuração do sistema HVAC sugerida, especialmente quando comparada com outras soluções.

2. ANÁLISE ENERGÉTICA HORÁRIA DOS CHILLERS

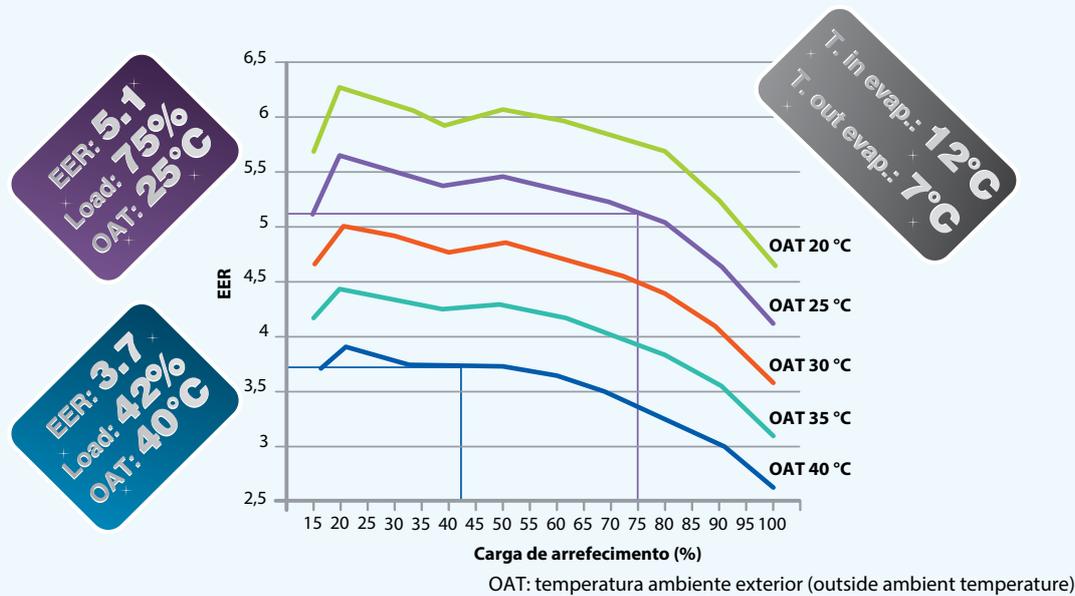
Seria inútil estimar um perfil horário de capacidade de arrefecimento para cada uma das 8.760 horas do ano se não existissem **detalhes fiáveis e precisos relativamente aos dados de desempenho energético dos chillers** a examinar. Tais informações relativas aos valores horários de EER dos chillers têm de estar disponíveis de acordo com as principais variáveis de que o desempenho energético do chiller depende:

- **temperatura da água** produzida como efeito útil
- **temperatura do ar exterior**, para chillers de condensação a ar ou temperatura da água de entrada do condensador, para chillers de condensação a água
- **percentagem de carga** necessária para a unidade, relativamente a 100% do valor do chiller

É importante dispor de informações sobre o desempenho dos chillers para enviar questões sobre dados conforme apresentado na imagem 11, em que existe uma unidade de condensação a ar com duas condições diferentes de carga e temperatura exterior. Assim, é necessária uma grande quantidade de dados de desempenho se for preciso comparar e simular diferentes chillers, por cada questão tem de ser enviada para as condições de carga e temperatura exterior.

Esta quantidade aumenta se observarmos que o objecto da análise energética consiste em comparar diferentes tipos de chiller com diferentes estratégias de medição de carga.

IMAGEM 11: EXEMPLO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DE UM CHILLER



Basicamente, a quantidade de dados de desempenho (valores EER) necessária para realizar a análise energética é tão evidente que apenas um programa de cálculo pode processá-los em tempo razoável e com formato (como por exemplo tabelas de Excel) que também possam ser utilizadas para posterior consideração no futuro. É por isso que vale a pena destacar o valor adicional que um fabricante de chillers introduz na indústria (composta por consultores de energia, profissionais, designers, clientes finais ou especialistas em sistemas HVAC) graças à criação de um software (mesmo que apenas para representantes de vendas locais) que permita a produção de um mapa energético preciso de qualquer chiller à venda.

IMAGEM 12: SOFTWARE DE SIMULAÇÃO TERMODINÂMICA DOS CHILLERS DAIKIN



Os dados disponíveis do desempenho energético dos chillers (para cada carga, perfil térmico do evaporador e condição de temperatura exterior) em conjunto com a capacidade de arrefecimento horária necessária das mesmas unidades, permitem realizar uma simulação energética horária precisa de uma configuração de sistema particular. Esta simulação oferece informações detalhadas relativamente à quantidade de energia consumida pela configuração do sistema e, conseqüentemente, o respectivo nível de eficiência.

Este é um procedimento efectivo, uma vez que se destina a encontrar a melhor solução adequada às necessidades da aplicação. O objectivo consiste em produzir um gráfico de eficiência, que pode ser utilizado para seleccionar a melhor configuração hidráulica entre os diferentes tipos de chillers instalados.



ALGUNS EXEMPLOS DE SOLUÇÕES ENERGÉTICAS

É importante realçar que o estudo energético, destinado a otimizar a parte do sistema HVAC que controla o fornecimento de capacidade de arrefecimento, assenta sempre numa abordagem única e eficiente à análise. Esta abordagem requer competências técnicas, esforço, tempo e dados disponíveis. Se alguns dados não estiverem disponíveis ou ainda tiverem de ser definidos na concepção, serão previstos para efeitos de análise comparativa graças às competências e ao senso comum do designer.

Seguem-se as principais fases desta abordagem, que é a mesma para todos os casos que examinaremos. A primeira fase para a optimização assenta na recolha de dados meteorológicos, incluindo detalhes horários do local em consideração.

Estes dados serão calculados tendo em conta os valores de tempo médio dos anos anteriores ou medições reais realizadas nos 2/3 anos anteriores. Felizmente, não é tão difícil recolher esses dados graças aos websites de meteorologia on-line, que costumam ser gratuitos.

Dados de simulação de energia do chiller necessários:

1) humidade relativa horária (HR%) do ar exterior, que é útil para calcular o valor de entalpia para o tratamento do ar em unidades de tratamento de ar (AHU) e a temperatura da lâmpada molhada correspondente (T_{wb}) na torre de arrefecimento, no caso de unidades de condensação a água

2) temperatura da lâmpada seca exterior horária (T_{db})



HR %

HUMIDADE
RELATIVA
HORÁRIA



TEMPERATURA
DE LÂMPADA
SECA EXTERIOR
HORÁRIA

De seguida, têm de ser definidos alguns parâmetros para a estrutura do edifício simulado:

- geometria exterior, para calcular o volume geral do edifício e a superfície externa geral através da qual o calor é transferido;
- quantidade geral de betão e vidro na superfície externa e o respectivo nível de transparência;
- detalhes da superfície externa de betão e vidro (por exemplo, vidro duplo ou triplo) para definir e, se necessário, calcular o coeficiente de transmissão térmica global da superfície em consideração ($W/m^2 K$).



Posteriormente, devem ser verificados mais dados, tais como: ocupação geral, quantidade de ar por pessoa, cargas internas específicas (W/m^2), para aparelhos de iluminação e eléctricos ou outros tipos de cargas. Por fim, é necessário definir o perfil de tempo anual e semanal da estrutura, bem como um perfil da percentagem estimada de distribuição de carga.

Sem mais detalhes específicos, é aconselhável prever uma distribuição horária (24 horas por dia) para os dias úteis, Sábados e Domingos. Também é importante definir as semanas do ano a que se aplicam os perfis diários e ajustar a percentagem de algumas semanas (das 52 do ano) se necessário.

Obviamente, é importante especificar o custo dos vectores de energia principais, tais como gás natural (ou gasóleo), o custo do kWh de electricidade e do metro cúbico de água.



Examinemos as aplicações referidas. Inicialmente, seleccionaremos as configurações do sistema que considerarmos mais adequadas ao perfil anual da capacidade de arrefecimento resultante da simulação de energia.

Tais configurações serão depois simuladas através de uma análise horária relativa a cada uma das 8760 horas do ano, para seleccionar a que, teoricamente, deverá oferecer o nível mais elevado de eficiência energética anual.

Para clarificar este padrão e realçar as potenciais vantagens do sistema, é necessário centrar a nossa atenção no caso de três aplicações localizadas em três cidades europeias diferentes:

CENTRO COMERCIAL EM **MADRID**

EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS EM **ATENAS**

HOSPITAL EM **LONDRES**

1. CENTRO COMERCIAL EM MADRID

A disposição (imagem 13) apresenta um típico edifício comercial com amplas lojas de distribuição. O local tem o clima do Sul do Mediterrâneo e continental devido à posição central de Madrid.

IMAGEM 13: DISPOSIÇÃO DO CENTRO COMERCIAL SIMULADO EM MADRID



GRÁFICO 1: CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO

Descrição	Valor	Unidade
Área de implantação do edifício	16.500	m ²
Área da superfície do telhado	16.500	m ²
Altura do edifício	16	m ²
Área da superfície não transparente	8.500	m ²
Área da superfície transparente (telhado+paredes laterais)	1.300	m ²
Áreas comerciais	2 floors-ground floor (partially)	
Área da superfície comercial	35.000	m ²
Carga de aquecimento (iluminação)	5	W/m ²
Carga de aquecimento (ocupantes)	140	W/pessoa
Ar primário	10	l/(s pessoa)
Ocupação máxima do edifício	3.500	peçoas

As principais características geométricas são indicadas no gráfico n.º 1, bem como alguns dados relacionados com as cargas endógenas, necessárias para a simulação térmica da distribuição horária da capacidade de arrefecimento.

Uma vez que o edifício é bastante leve e sobretudo utilizado para fins comerciais, os valores relacionados com a transmissão térmica global das paredes exteriores foram introduzidos no gráfico n.º 2:

GRÁFICO 2: CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DAS PAREDES PERIMÉTRICAS

Descrição	Valor	Unidade
Transmissão global de superfície de betão	0,7	W/(m ² K)
Transmissão global de superfície de vidro	3,5	W/(m ² K)

Por fim, para a utilização e ocupação horária e semanal, o simulador recebeu os valores seguintes tendo em conta a utilização do edifício:

- 18 horas por dia: 12 horas de abertura ao público e 6 horas de serviço de abastecimento
- ocupação superior aos sábados e domingos (imagem 13)
- ocupação superior nas horas intermédias do dia, com uma ligeira redução à hora do almoço (imagem 12 e 13)
- tendo em conta a importante função do edifício, seria inútil adicionar sazonalidade nos perfis de ocupação e utilização, que são por isso, os mesmos durante todo o ano.

IMAGEM 12: TAXA DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA E DE OCUPAÇÃO NUM DIA ÚTIL

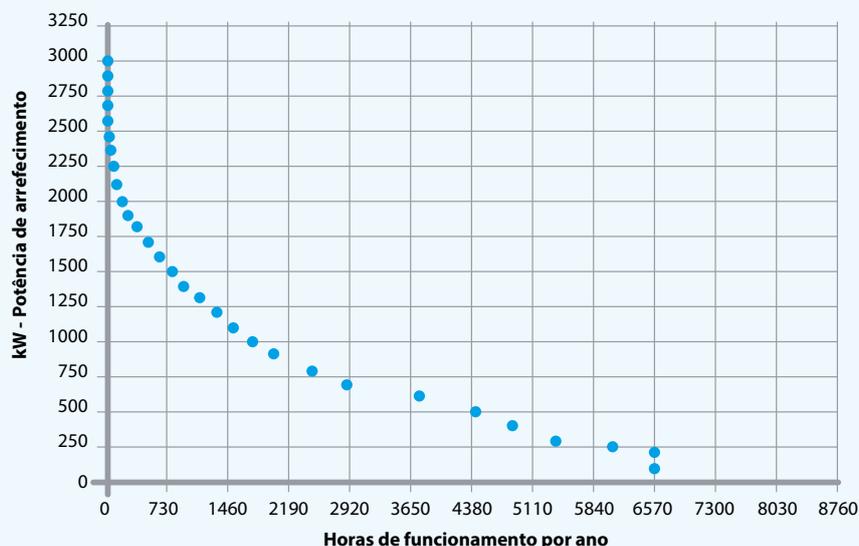


IMAGEM 13: TAXA DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA E DE OCUPAÇÃO AO FIM DE SEMANA



Tendo em conta todos estes dados e considerando o tempo horário em Madrid, a simulação realizada para todo o ano numa base horária (8760 horas por ano) fornece a distribuição da frequência temporal da capacidade de arrefecimento conforme apresentado na imagem 14.

IMAGEM 14: DISTRIBUIÇÃO DA FREQUÊNCIA TEMPORAL DA CAPACIDADE DE ARREFECIMENTO SOLICITADA NUM ANO



A "distribuição da frequência temporal da capacidade de arrefecimento" consiste no montante global de horas, das 8760 horas do ano, em que uma determinada carga de arrefecimento é solicitada por utilizadores secundários de um sistema HVAC.

Uma análise atenta da curva de distribuição (imagem 14 para o centro comercial em Madrid), em conjunto com a experiência prática do designer, permitem centrar a nossa atenção em soluções de sistemas específicas e unidades energeticamente eficientes, eliminando outras possibilidades.

Mais especificamente, o diagrama apresenta:

- a capacidade de arrefecimento mais elevada solicitada num ano a 3.100 kW
- a ausência de uma "carga básica" anual (kW), porque em 6.570 horas por ano (o sistema de ar condicionado do edifício funciona durante cerca de 9 meses por ano) a carga mínima de utilização não é superior a 200 kW
- a frequência da capacidade de arrefecimento solicitada tem um perfil parabólico regular em toda a distribuição de capacidade
- a capacidade de arrefecimento mais elevada solicitada pelos utilizadores ocorre durante cerca de doze horas por ano, sendo reduzida no caso de cargas de cerca de 3 MW

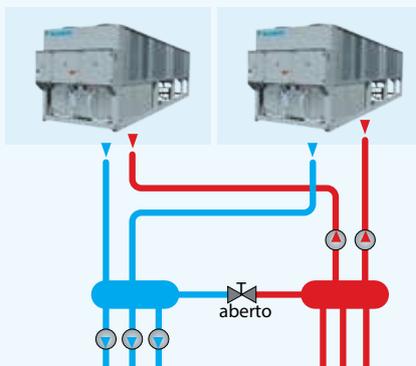
Tal distribuição de frequência demonstra que o sistema funciona com cargas inferiores à carga nominal (cerca de 3.100 kW em arrefecimento) para a maior parte das horas de funcionamento durante um ano (cerca de 6.570 h/ano).

Por isso é tão importante centrar a atenção nos chillers industriais, otimizados para funcionar a carga parcial e considerar chillers com regulação por inverter da capacidade de arrefecimento.

A fase seguinte deste processo destina-se a chegar à concepção final da solução de sistema HVAC mais eficiente. Este passo diz respeito à configuração hidráulica dos grupos de chillers, porque a carga de arrefecimento nominal solicitada obriga a seleccionar pelo menos 2 chillers que se recomenda que tenham o mesmo tamanho (imagem 15).

IMAGEM 15: CONFIGURAÇÕES HIDRÓNICAS

PARALELO



SÉRIE



Agora, temos de ponderar se a instalação "em série" oferece um melhor desempenho energético do que a instalação clássica "em paralelo", considerando o valor mais elevado da temperatura de água arrefecida produzida pelo primeiro chiller quando a carga solicitada é 50% superior ao valor de concepção do sistema. De facto, de nada vale uma instalação "em série" de duas unidades com o mesmo tamanho, quando a carga é inferior a 50% da capacidade de arrefecimento nominal, em que o primeiro chiller tem de abranger a totalidade da carga de arrefecimento. Assim, o chiller tem de corresponder ao valor do setpoint solicitado para a água arrefecida (imagem 16). Aqui, não pode existir qualquer vantagem energética para a primeira unidade devido a uma temperatura de evaporação de fluido frigorigéneo superior dentro do evaporador.

IMAGEM 16: CONFIGURAÇÃO EM SÉRIE COM CARGA DE ARREFECIMENTO INFERIOR \leq A 50% DA CAPACIDADE DE ARREFECIMENTO NOMINAL



Para escolher a melhor solução possível, temos de efectuar uma simulação de energia em ambos os sistemas, com detalhes horários e relativos à secção do sistema em que a capacidade de arrefecimento é produzida (imagem 17).

IMAGEM 17: RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE ENERGIA COMPARATIVA

INSTALAÇÃO	Série		Paralelo	
	Fases		Fases	
SEQUENCIAMENTO	TUDO INVERTER			
Meses	CUSTO DE FUNCIONAMENTO		CUSTO DE FUNCIONAMENTO	
	Euro	kg CO ₂	Euro	kg CO ₂
Janeiro	4.603	17.538	4.603	17.538
Fevereiro	4.355	16.857	4.355	16.857
Março	5.510	21.845	5.510	21.845
Abril	8.277	31.731	8.130	31.032
Maio	18.877	74.117	18.164	67.696
Junho	23.656	91.618	21.367	83.094
Julho	23.336	87.891	21.264	80.235
Agosto	20.613	78.585	19.438	73.798
Setembro	13.396	52.113	12.909	50.034
Outubro	8.771	33.817	8.697	33.375
Novembro	5.627	21.906	5.627	21.906
Dezembro	4.727	18.289	4.727	18.289
	142.748	546.308	134.792	515.700



Os resultados da simulação são claros: Demonstram que a configuração hidrónica em paralelo, com a gestão da fase já descrita (imagem 6), oferece uma poupança de 6% em comparação com a configuração hidrónica em série.

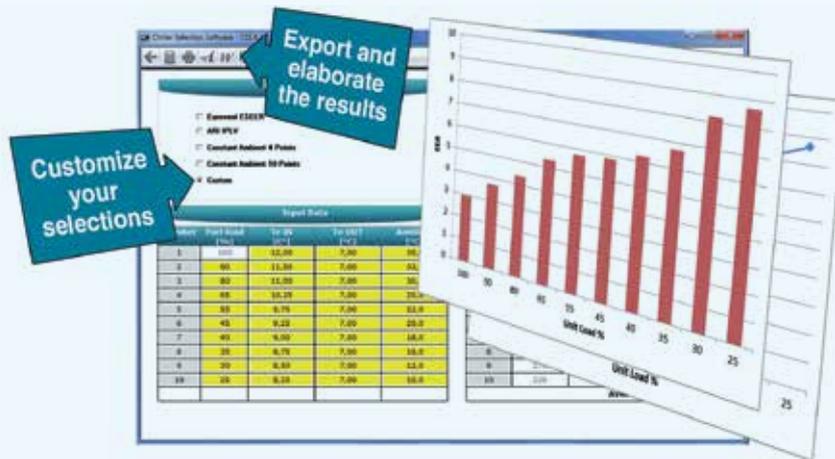
É de referir que gastar menos dinheiro para gerir os chillers significa desperdiçar menos kW/h de electricidade num ano. Tendo em conta que tal potência costuma ser gerada por sistemas térmicos tradicionais que emitem dióxido de carbono (CO₂), utilizar menos energia significa menos emissões de CO₂ para a atmosfera. Tendo em conta este aspecto relevante, as vantagens da configuração "em paralelo" ascendem a menos 30,6 toneladas de CO₂ emitidas ou evitadas para cada ano de funcionamento seguinte.

Uma vez definidas as vantagens económicas de uma instalação em paralelo, constituindo um importante passo para a optimização do projecto, é importante prestar atenção à gestão do sistema.

Qual é o melhor método de medição da carga total nas duas unidades instaladas na configuração em paralelo?

De acordo com a nossa análise anterior (imagens 6, 9), é possível gerir unidades instaladas na configuração hidrónica em paralelo através da gestão da fase em série (imagem 6) e através da medição da carga total em paralelo, simultaneamente em todos os chillers instalados no circuito principal (imagem 9).

Nesta altura, tal como antes, apenas uma simulação por computador pode ajudar a escolher. Há que ter em mente que simulações tão elaboradas apenas podem ser realizadas com dados precisos e exactos sobre os chillers a funcionar em diversas condições de funcionamento. Assim, apenas um fabricante de chillers que produza um software de análise energética para as suas unidades oferece as ferramentas mais eficazes para o criador de um sistema HVAC otimizar o sistema, de acordo com a abordagem descrita nesta secção do boletim.



Os resultados da simulação de energia demonstram que gerir os chillers através da medição equilibrada e simultânea da carga em duas unidades inverter permite uma redução de 6% dos custos de energia anuais, em comparação com uma "gestão da fase". Poupar energia significa "poupar o ambiente". Esta estratégia de gestão em medições de carga em chillers permite evitar 28 364 kg de emissões de CO₂ para cada ano seguinte em funcionamento.

IMAGEM 18: RESULTADOS DA SIMULAÇÃO ENTRE A GESTÃO DA FASE E GESTÃO SIMULTÂNEA NUMA INSTALAÇÃO EM PARALELO

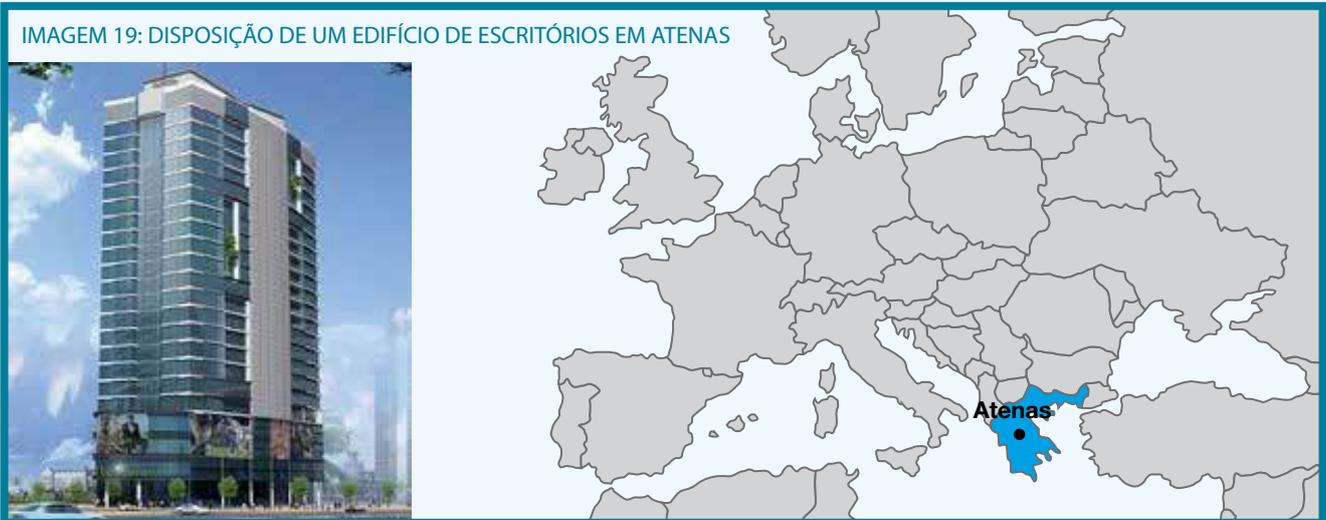
INSTALAÇÃO	Paralelo			
	Fases		Simultâneo	
SEQUENCIAMENTO	TUDO INVERTER			
Meses	Euro	kg CO ₂	Euro	kg CO ₂
Janeiro	4.603	17.538	4.440	16.939
Fevereiro	4.355	16.857	4.202	16.279
Março	5.510	21.845	5.307	21.008
Abril	8.130	31.032	7.754	29.637
Maio	18.164	67.696	17.026	63.689
Junho	21.367	83.094	20.473	79.951
Julho	21.264	80.235	19.850	75.311
Agosto	19.438	73.798	17.707	67.827
Setembro	12.909	50.034	11.967	46.561
Outubro	8.697	33.375	8.212	31.528
Novembro	5.627	21.906	5.388	20.935
Dezembro	4.727	18.289	4.561	17.669
	134.792	515.700	126.886	487.336

Para concluir a análise desta primeira aplicação, podemos afirmar que o processo de optimização de energia nos levou a escolher um sistema principal com:

- instalação hidrónica em paralelo de 2 ou 3 chillers com o mesmo tamanho e nível de eficiência
- chillers equipados com compressores controlados por inverter
- uma estratégia de medição da carga que ofereça uma distribuição equilibrada e simultânea da capacidade de arrefecimento total em cada unidade instalada no circuito principal, excepto a de reserva (se presente)

2. EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS EM ATENAS

O edifício (imagem 19) assemelha-se a um típico centro empresarial, com escritórios e empresas de fornecimento de serviços.



As principais características geométricas do edifício são indicadas no gráfico n.º 3, bem como alguns dados relacionados com as cargas endógenas, necessárias para a simulação térmica da distribuição horária da capacidade de arrefecimento.

GRÁFICO 3: CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO

Descrição	Valor	Unidade
Área de implantação do edifício	16.500	m ²
Área da superfície do telhado	16.500	m ²
Altura do edifício	16	m ²
Área da superfície não transparente	8.500	m ²
Área da superfície transparente (telhado+paredes laterais)	1.300	m ²
Áreas comerciais	2 floors-ground floor (partially)	
Área da superfície comercial	35.000	m ²
Carga de aquecimento (iluminação)	5	W/m ²
Carga de aquecimento (ocupantes)	140	W/pessoa
Ar primário	10	l/(s pessoa)
Ocupação máxima do edifício	3.500	peçoas

No que diz respeito à transmissão térmica global das paredes perimétricas, os valores encontram-se no gráfico 4:

GRÁFICO 4: CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DAS PAREDES PERIMÉTRICAS

Descrição	Valor	Unidade
Transmissão global de superfície de betão	0,5	W/(m ² K)
Transmissão global de superfície de vidro	2,8	W/(m ² K)

Por fim, relativamente à utilização horária e sazonal e ao perfil de ocupação do edifício, o simulador recebeu as seguintes informações relativas à utilização do edifício:

- 11 horas por dia, das 8:00 h às 19:00 h
- ponto de ocupação mais elevado em dias úteis (imagem 20)
- ocupação zero nas pausas ao fim de semana (imagem 21)
- utilização de sistema de ar condicionado apenas 5 meses por ano, de Maio a Setembro

IMAGEM 20: TAXA DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA E DE OCUPAÇÃO EM DIAS ÚTEIS

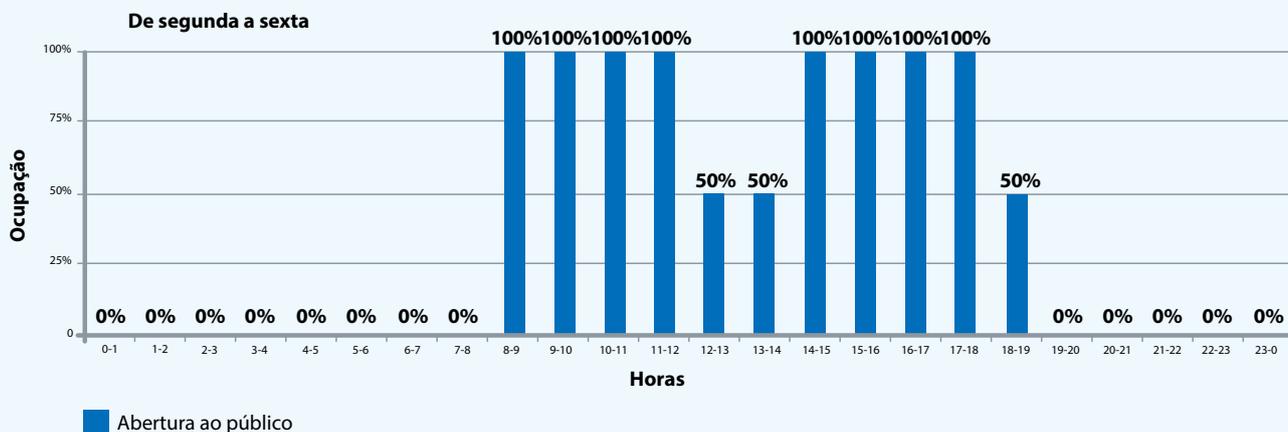
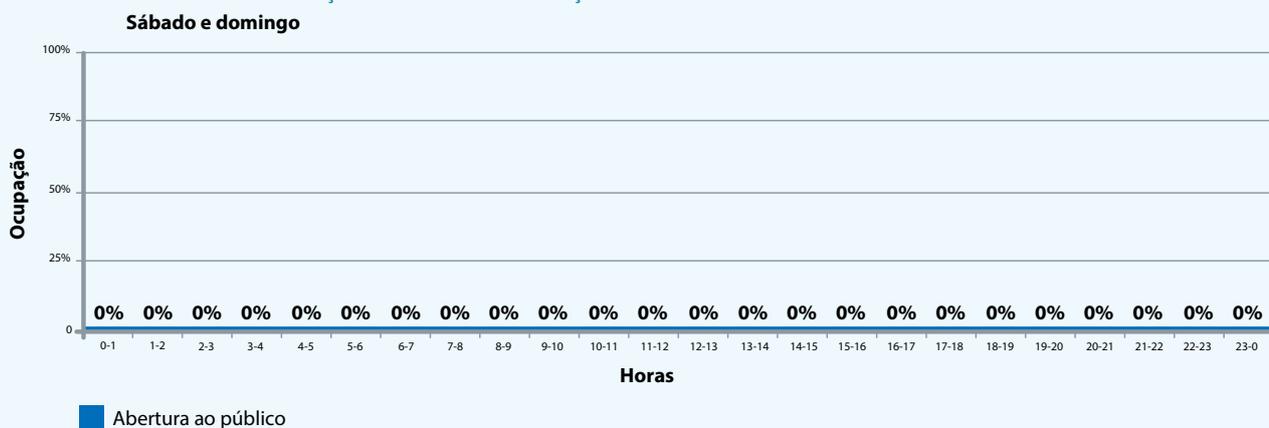
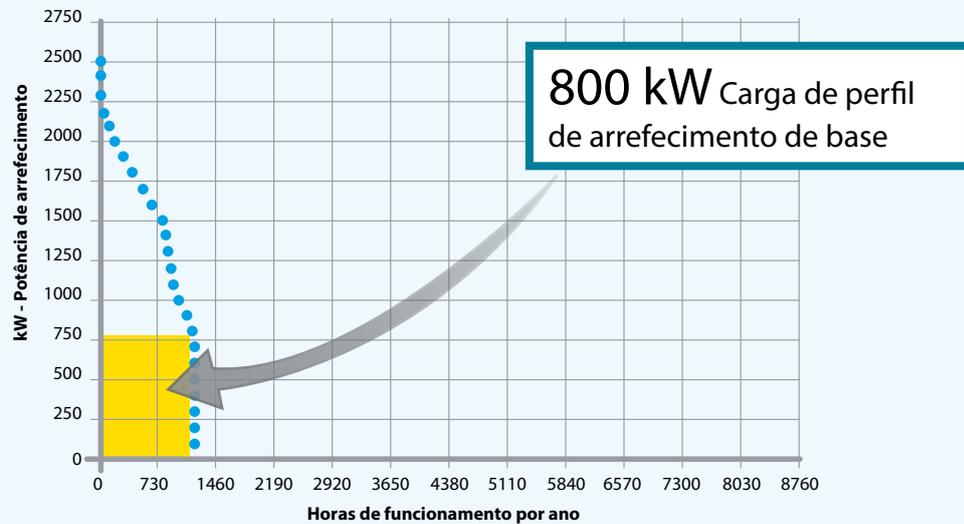


IMAGEM 21: TAXA DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA E DE OCUPAÇÃO AO FIM DE SEMANA



De acordo com estes dados, e tendo em conta o clima em Atenas, a simulação térmica levada a cabo para o ano com base nas horas (8.760 horas por ano) indica a distribuição da frequência da capacidade de arrefecimento necessária de acordo com a imagem 22.

IMAGEM 22: DISTRIBUIÇÃO DA FREQUÊNCIA TEMPORAL DA CAPACIDADE DE ARREFECIMENTO SOLICITADA NUM ANO



A análise do gráfico de distribuição da capacidade de arrefecimento no edifício ao longo do verão demonstra:

- 2.500 kW é o calor da capacidade de arrefecimento mais elevado solicitado por ano
- 800 kW é a carga mínima, sobretudo devido ao tratamento do ar pelas unidades de tratamento de ar (AHU)
- 800 kW é a carga de base na distribuição de capacidade do sistema HVAC para praticamente todas as horas de funcionamento no ano (imagem 22)

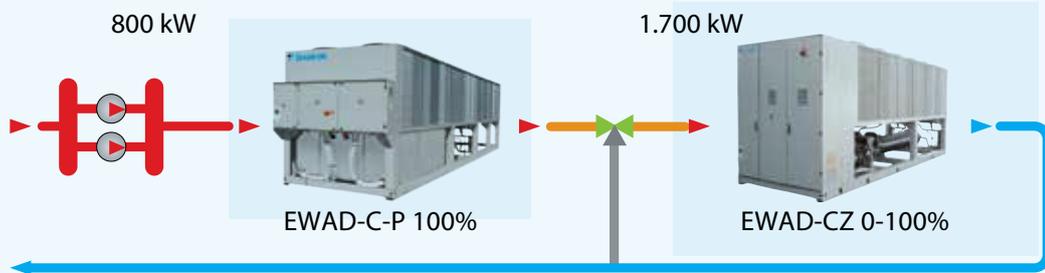
Tal distribuição da frequência demonstra que o sistema HVAC tem de fornecer pelo menos 800 kW, instalando um só chiller para corresponder à "carga de arrefecimento de base" pode ser a melhor solução possível. Tal unidade nunca funcionaria a carga parcial, mas sim a carga total.

Assim, o peculiar perfil de eficiência energética desta aplicação, faria com que escolhêssemos um chiller concebido e otimizado para funcionar à carga total, em vez de carga parcial.



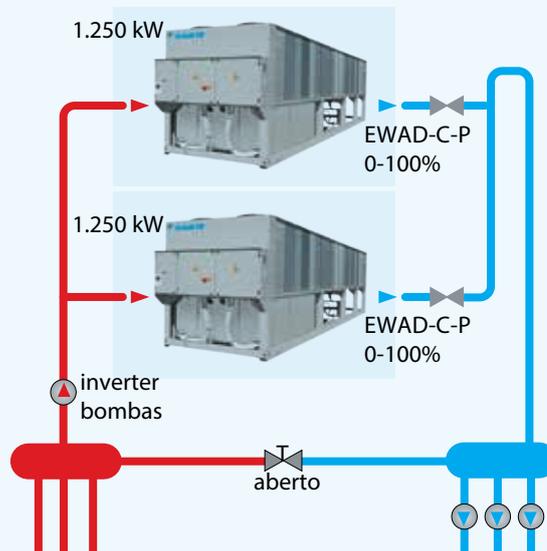
Relativamente à instalação hidráulica desta unidade, otimizada para funcionar à carga total, é aconselhável uma configuração em série (imagem 23), com prioridade para o chiller seleccionado para preencher a "carga de base" (unidade a montante). Deve seguir-se um tipo de chiller diferente, otimizado para funcionar à carga parcial. Esta segunda unidade deve corresponder ao setpoint de água arrefecida fornecendo a capacidade de arrefecimento que a primeira unidade, já a funcionar a 100%, não é capaz de fornecer.

IMAGEM 23: OPÇÃO ENERGÉTICA COM CONFIGURAÇÃO EM SÉRIE DE UM CHILLER EWAD-C-P OU DE UM CHILLER EWAD-CZ



Uma vez que a "carga de base" é de apenas 32% da carga de pico de 2.500 kW, e durante as restantes horas do ano os chillers têm de funcionar a carga parcial, talvez a utilização de uma unidade EWAD-C-P pudesse garantir resultados mais eficientes. Nesse caso, instalações hidráulicas em paralelo (imagem 24) de unidades EWAD-C-P, em conjunto com a estratégia de medição de carga da "fase", podem constituir soluções elegíveis.

IMAGEM 24: DISPOSIÇÃO DA TUBAGEM DE RETORNO INVERSO DE DUAS UNIDADES EWAD-C-P COM O MESMO TAMANHO



Mais uma vez, o único aspecto que pode conduzir à nossa escolha é uma simulação da energia horária, baseada na capacidade de arrefecimento necessária por hora e nos dados das condições meteorológicas, em conjunto com a disponibilidade de uma base de dados precisa e fiável relativa ao desempenho energético dos chillers a comparar.

IMAGEM 25: SIMULAÇÃO DE ENERGIA HORÁRIA NUM ANO ENTRE CONFIGURAÇÃO EM PARALELO/SIMULTÂNEA E EM SÉRIE/FASES

Meses	TUDO INVERTER		PREMIUM + INVERTER	
	Euro	kg CO ₂	Euro	kg CO ₂
Janeiro	-	0	-	0
Fevereiro	-	0	-	0
Março	-	0	-	0
Abril	-	0	-	0
Maio	14.064	46.880	13.147	43.824
Junho	13.882	46.272	12.816	42.719
Julho	15.083	50.278	13.985	46.616
Agosto	13.216	44.053	12.347	41.158
Setembro	9.815	32.717	9.468	31.560
Outubro	-	0	-	0
Novembro	-	0	-	0
Dezembro	-	0	-	0
	66.060	220.201	61.763	205.877

O resultado da simulação de energia demonstra que a presença de uma carga de base significativa (800 kW), concentrada nas horas mais quentes do ano (horas do dia nos 5 meses de Verão), corresponde perfeitamente aos níveis de eficiência energética de uma unidade "Premium" a funcionar à carga total. Estas unidades são chillers que oferecem valores EER a cargas totais, até 15% superiores às unidades inverter.

O perfil restante da frequência de distribuição de capacidade por hora (imagem 22), com o seu perfil parabólico regular, melhora as características de energia das unidades inverter.

A simulação demonstra que a utilização de unidades Premium de 800 kW, correspondentes à carga de base e a funcionar durante a maior parte do tempo a 100%, seguida de unidades inverter ligadas em série para a capacidade em excesso, permite poupar até 11%. Isto evita a emissão de mais de 14.500 kg de CO₂ para a atmosfera todos os anos.

3. HOSPITAL EM LONDRES

Examinemos a terceira aplicação, que diz respeito a um hospital na cidade de Londres. O edifício (imagem 26) é apresentado como um paralelepípedo com muitas janelas, que fornecem luz natural suficiente às instalações.



O gráfico 5 apresenta as principais características geométricas do edifício, bem como alguns dados relacionados com as cargas endógenas necessárias para a simulação de energia da distribuição horária da solicitação de capacidade de arrefecimento.

GRÁFICO 5: CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO

Descrição	Valor	Unidade
Área de implantação do edifício	27.000	m ²
Área da superfície do telhado	27.000	m ²
Altura do edifício	20	m ²
Área da superfície não transparente	20.000	m ²
Área da superfície transparente (telhado+paredes laterais)	10.000	m ²
Áreas comerciais	4	
Área da superfície comercial	100.000	m ²
Carga de aquecimento (iluminação)	7	W/m ²
Carga de aquecimento (ocupantes)	120	W/pessoa
Ar primário	12	l/(s pessoa)
Ocupação máxima do edifício	9.000	peçoas

Relativamente à transmissão térmica global do telhado e das paredes perimétricas, utilizámos os valores constantes do gráfico 6, mais restritivos do que os anteriores devido à importância e à qualidade do edifício considerado.

GRÁFICO 6: CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DAS PAREDES PERIMÉTRICAS E DO TELHADO

Descrição	Valor	Unidade
Transmissão global de superfície de betão	0,4	W/(m ² K)
Transmissão global de superfície de vidro	2,4	W/(m ² K)

Por fim, no que diz respeito à utilização horária e sazonal e ao perfil de ocupação, o simulador recebeu as seguintes informações (imagem 27 e 28) relacionadas com a função do edifício:

- utilização do edifício durante 24 horas por dia
- sistema de ar condicionado a funcionar 8.760 horas por ano, todos os dias durante todo o ano
- ocupação máxima durante o dia em dias úteis

IMAGEM 27: TAXA DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA E DE OCUPAÇÃO EM DIAS ÚTEIS

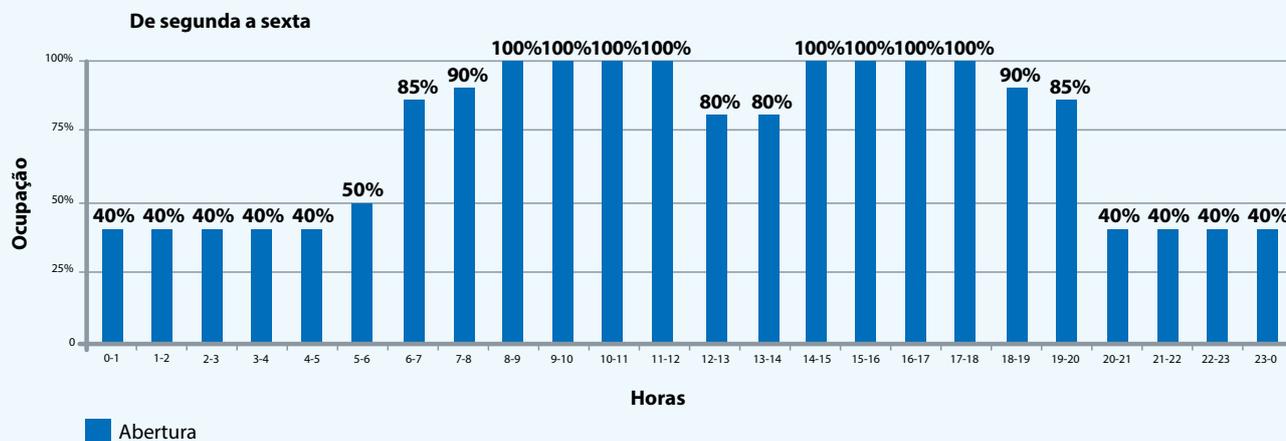
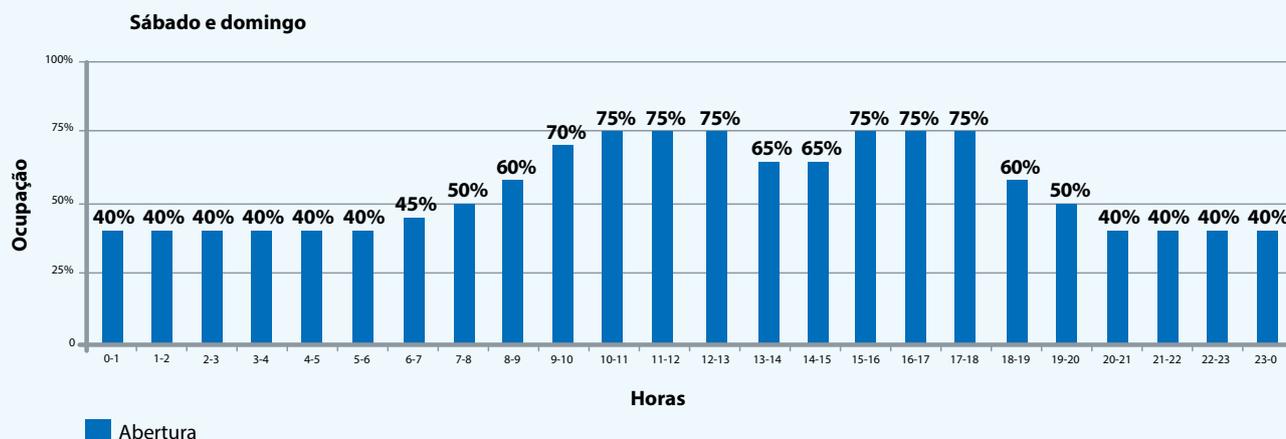


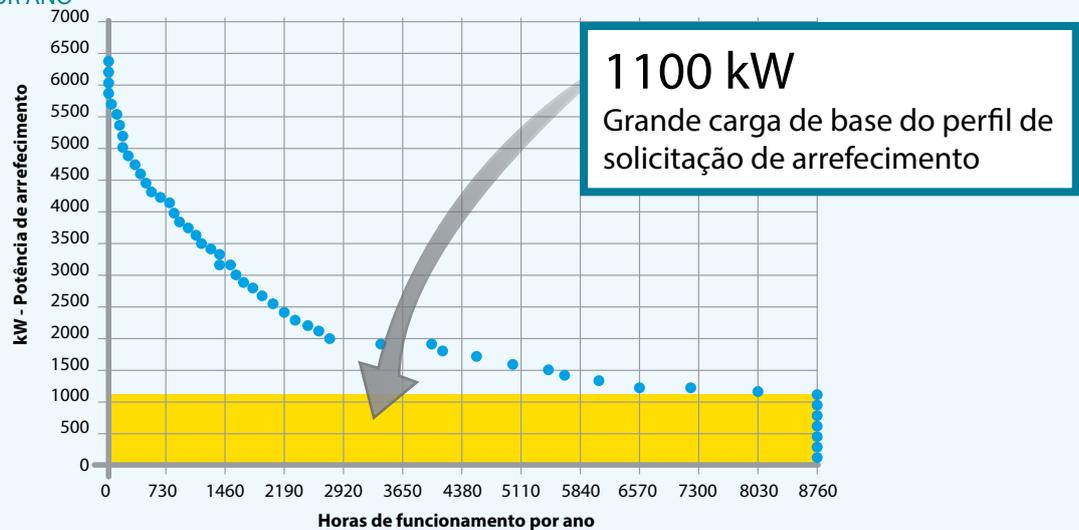
IMAGEM 28: TAXA DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA E DE OCUPAÇÃO AO FIM DE SEMANA



Basicamente, devido à sua função, o edifício tem uma elevada taxa de ocupação em todas as 8.760 horas do ano, alcançando o pico nas horas do dia em dias úteis, em que, para além dos cuidados hospitalares de rotina, há também outros serviços médicos prestados ao público.

A simulação térmica anual realizada de acordo com os dados fornecidos, os valores horários de Twb e HR % em Londres, apresenta uma capacidade de arrefecimento de pico de 6,3 MW e uma frequência de distribuição de carga de acordo com a imagem 29.

IMAGEM 29: DISTRIBUIÇÃO DA FREQUÊNCIA DA CAPACIDADE DE ARREFECIMENTO DE ACORDO COM AS HORAS DE FUNCIONAMENTO POR ANO



O diagrama confirma o que já foi referido sobre a função do edifício: o hospital tem uma taxa de ocupação elevada durante todo o ano (só as enfermarias seriam suficientes). Assim, o edifício necessita das 8.760 horas de capacidade de arrefecimento para tratar o ar e remover as cargas eléctricas e metabólicas geradas pelos aparelhos e pela iluminação.

No entanto, é de realçar que a simulação térmica realizada no edifício, cujos resultados são apresentados na imagem 29, apenas diz respeito às cargas térmicas do ponto de vista do arrefecimento. Assim, não foi tida em conta a perda de calor no Inverno através das paredes exteriores e das janelas, que por vezes reduz, cancela ou até excede as cargas térmicas endógenas. Considerar tal perda exigiria uma redução da capacidade de arrefecimento necessária pelo menos nas noites de Inverno.

De seguida, consideremos algumas soluções de energia relativas à configuração do circuito principal. Este circuito deve ser capaz de fornecer até 6.300 kW como produção de capacidade de arrefecimento de pico.

A presença de uma "carga de arrefecimento de base" significativa no diagrama de frequência horária (imagem 29) exige uma unidade de eficiência nominal de elevado perfil (a funcionar a 100%), como no caso do edifício de escritórios em Atenas. Tal padrão apenas seria correspondido por uma EWAD-C-P. Esta unidade apenas deve ser carregada "com prioridade", pelo que deve ser instalada em série relativamente às outras e deve ser colocada "a montante", para ser a primeira a arrefecer o caudal de água proveniente das unidades secundárias (imagem 30).



Relativamente aos valores da capacidade de arrefecimento superiores a 1.100 kW, o diagrama na imagem 29 apresenta um perfil parabólico regular na frequência horária. Este perfil exigiria a utilização de chillers otimizados para funcionar a carga parcial, ou seja, unidades inverter. Uma vez que a parte da capacidade de arrefecimento que excede a solicitação de base é 5.200 kW (6.300-1.100), é aconselhável instalar 3 chillers inverter em paralelo, 1.700 kW cada.

Vale a pena relembrar que a redundância dos componentes instalados, tendo em conta a importância e criticidade da aplicação, pode exigir a presença de 4 chillers inverter mais pequenos, 1.300 kW de arrefecimento cada (imagem 31).

IMAGEM 30: INSTALAÇÃO EM SÉRIE-EM PARALELO

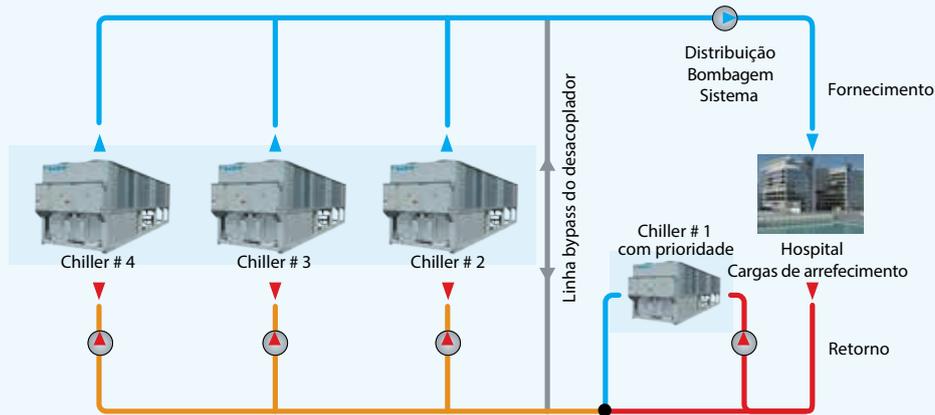
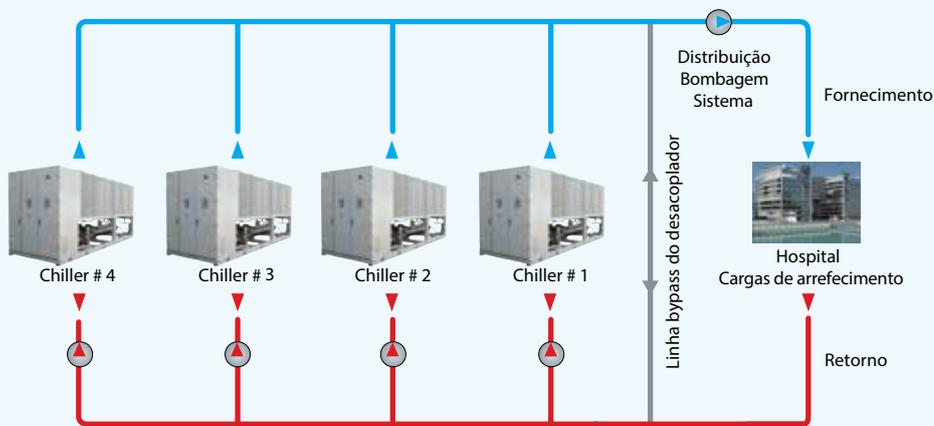


IMAGEM 31: INSTALAÇÃO EM PARALELO DA UNIDADE INVERTER



No que diz respeito à medição da capacidade de arrefecimento nas unidades do circuito principal, esta deve consistir em:

- "fases" sequenciais relativamente à instalação em série do chiller "Premium", seguidos da hidráulica em paralelo da unidade inverter (imagem 30);
- "em paralelo" simultaneamente em todos os chillers instalados na configuração hidráulica em paralelo, excepto para as unidades com função de reserva (se presentes) (imagem 31).

A simulação de energia realizada nas duas soluções possíveis, cujos resultados são apresentados na figura 32, indica que uma medição em paralelo simultânea da capacidade de arrefecimento em vários chillers inverter, instalados na configuração hidráulica em paralelo, é preferível.

A simulação de energia realizada nas duas soluções possíveis, cujos resultados são apresentados na figura 32, indica que uma medição em paralelo simultânea da capacidade de arrefecimento em vários chillers inverter, instalados na configuração hidráulica em paralelo, é preferível.

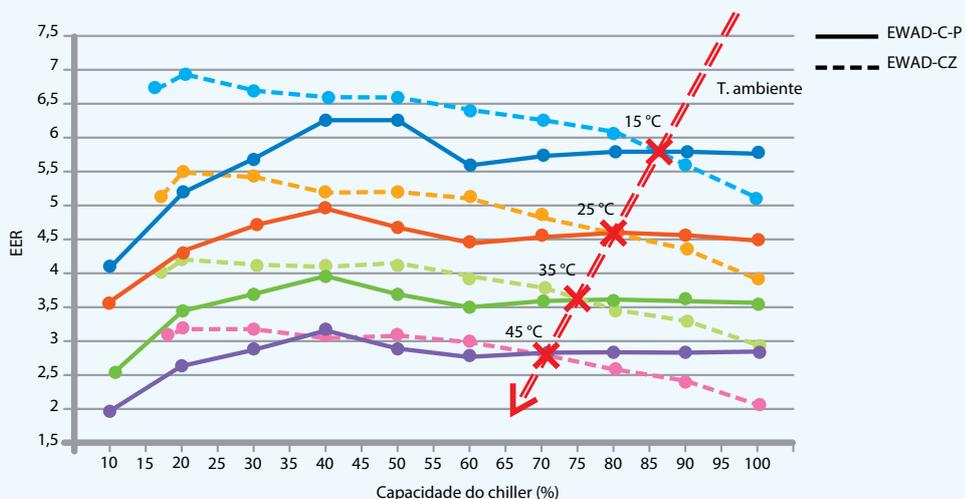
IMAGEM 32: SIMULAÇÃO DE ENERGIA DAS DUAS SOLUÇÕES POSSÍVEIS

INSTALAÇÃO	Série			Paralelo		
	PREMIUM + INVERTER			TUDO INVERTER		
SEQUENCIAMENTO	Fases			Simultâneo		
Meses	kW/h elect.	Euro	kg CO ₂	kW/h elect.	Euro	kg CO ₂
Janeiro	148.643	18.860	74.321	132.797	16.969	66.399
Fevereiro	135.443	17.041	67.722	120.971	15.329	60.486
Março	158.158	19.692	79.079	141.825	17.780	70.912
Abril	188.428	24.073	94.214	170.028	21.870	85.014
Mai	376.957	49.3984	188.478	332.070	43.617	166.035
Junho	448.407	57.895	224.204	400.451	51.546	200.225
Julho	514.633	67.795	257.317	466.030	61.348	233.015
Agosto	476.475	62.519	238.238	429.179	56.261	214.589
Setembro	310.542	39.911	155.271	273.829	35.102	136.915
Outubro	210.614	27.137	105.307	188.221	24.384	94.111
Novembro	155.601	19.642	77.801	139.545	17.734	69.773
Dezembro	150.281	18.862	75.140	134.234	16.979	67.117
	3.274.182	423.115	1.637.091	2.929.181	378.919	1.464.591

Como se pode ver no gráfico, é possível poupar até 11% por ano, ou seja, 350.000 € por ano, com unidades inverter instaladas na configuração hidrónica em paralelo. Isto resulta em mais de 173 toneladas de emissões de CO₂ evitadas todos os anos, com enormes vantagens ambientais.

O resultado pode parecer estar em contradição com o exemplo de Atenas examinado. Nessa instalação, a unidade Premium definida para suprir a carga de base revelou ser a mais lucrativa em termos de energia. No entanto, não existe qualquer contradição. De facto, este resultado é bastante compreensível se compararmos a curva de desempenho de um chiller Premium e inverter quando a temperatura exterior se altera (imagem 33). O diagrama produzido pelos dados de desempenho introduzidos no software de simulação de energia (CSS) Daikin demonstra uma característica importante das unidades inverter versus Premium. Em termos de melhores valores EER, as unidades Premium oferecem uma melhor eficiência energética à medida que a temperatura exterior aumenta. Quando a temperatura exterior é de 15 °C, as duas unidades têm o mesmo EER a cerca de 90% da respectiva capacidade nominal, a 45 °C têm a mesma eficiência a 65% da respectiva capacidade nominal.

IMAGEM 33: COMPARAÇÃO ENTRE UNIDADES PREMIUM E INVERTER



A vantagem de unidades com uma elevada eficiência de carga total, como por exemplo as unidades Premium, em presença de uma carga de base no perfil de distribuição de capacidade de arrefecimento anual, é claramente evidente em climas quentes (edifício de escritórios em Atenas versus hospital em Londres) ou no caso de as aplicações terem de funcionar durante as horas mais quentes do dia. Obviamente, as unidades Premium são melhores que as unidades inverter quando o chiller tem de funcionar à carga nominal (100%-85%), por exemplo em aplicações industriais ou de processamento.



CONCLUSÕES

Este boletim de aplicação destina-se a realçar que não existe um chiller, sistema hidrónico ou gestão de energia que possa considerar-se o melhor.

Isto deve-se ao vasto número de necessidades no terreno e resulta da nossa paixão pelo design destas importantes aplicações de sistema para encontrar diferentes soluções e ideias para cada tipo de unidade e disposição hidrónica.

A análise de energia específica de cada tipo apresentará a melhor solução possível, tanto em termos de eficiência energética global como, obviamente, em termos de protecção ambiental.



A Daikin Europe N.V. participa no Programa de Certificação Eurovent para Sistemas de Ar Condicionado (AC), Conjuntos de Chillers Líquidos (LCP) e Unidades Ventiló-convectoras (FCU); a validade do certificado pode verificar-se on-line: www.eurovent-certification.com ou www.certiflash.com

O presente folheto pretende ser apenas informativo e não constitui uma oferta contratual com a Daikin Europe N.V. A Daikin Europe N.V. compilou o conteúdo deste folheto de acordo com o melhor dos seus conhecimentos. Não é dada qualquer garantia expressa ou implícita no que toca à totalidade, precisão, fiabilidade ou adequação para um determinado fim do seu conteúdo e dos produtos e serviços que apresenta. As especificações estão sujeitas a alteração sem aviso prévio. A Daikin Europe N.V. rejeita explicitamente quaisquer danos directos ou indirectos, no seu sentido mais amplo, resultantes ou relacionados com a utilização e/ou interpretação deste folheto. Todos os conteúdos estão ao abrigo de copyright da Daikin Europe N.V.

Os produtos Daikin são distribuídos por:

DAIKIN AIRCONDITIONING PORTUGAL S.A.

Sede: Edifício D. Maria I - Piso O Ala A/B - Quinta da Fonte - 2770-229 Paço de Arcos | Tel: +351 21 426 87 00 | Fax: +351 21 426 22 94 | Email: info@daikin.pt
 Delegação Norte: Rua B - Zona Industrial da Varziela - Lotes 50 e 51 - 4480-620 Árvore | Tel: +351 21 426 87 90 | Fax: +351 252 637 020
www.daikin.pt

ECPPT13-451 - CD - 11/13 - Copyright Daikin
 Impresso em papel sem cloro. Preparado por William Pieters-Verbiest
 Resp. Ed.: Daikin Europe N.V. Zandvoordestraat 300, B-8400 Oostende