



Interligação de centrais de produção de água gelada.

Carlos Lisboa

Introdução.

O tempo de vida de um edifício construído com estrutura em concreto pode ultrapassar os 100 anos, mas o tempo de vida dos equipamentos de HVAC não ultrapassa os 15/20 anos. Conclui-se que, no tempo de vida de um edifício, os sistemas de HVAC podem ser renovados entre 5 e 6 vezes. A renovação de sistemas HVAC é, portanto, um mercado importante e contínuo, mesmo em períodos de reduzida atividade de construção de novos edifícios.

A renovação dos sistemas de HVAC constitui uma oportunidade para a implementação de soluções com superior desempenho, tanto ao nível da eficácia como da eficiência. As alterações a implementar devem ser feitas com a consciência de que perdurarão por largos anos, não se devendo ceder à implementação de “remendos” de rápida implementação e de baixo custo inicial, mas com elevado custo para a exploração futura do edifício.

O caso apresentado neste trabalho é um exemplo da aplicação destes princípios quando se apresentou a necessidade de renovar parte dos sistemas produtores de frio e calor em grande edifício icónico de Lisboa. A sua implementação resultou numa significativa redução do consumo de energia do edifício e numa consequente melhoria da classificação energética.

Características específicas de trabalhos de renovação

A renovação de um sistema de HVAC constitui um desafio de superior complexidade quando comparado com a conceção e construção de um sistema em construção nova. Esta complexidade é devida aos seguintes factos:

- Na maior parte dos casos a renovação tem que ser implementada sem impedir a continuidade do uso do edifício, condicionando a conceção e obrigando ao estudo da implementação separada em fases parciais consecutivas;
- Para cada fase parcial tem que ser devidamente pensada a correta operação dos sistemas;
- Há que considerar as limitações impostas pelas instalações pré-existentes;
- É, frequentemente, necessário fazer levantamentos parciais ou totais dos sistemas existentes;
- É necessário avaliar o estado das instalações e equipamentos existentes e concluir sobre a sua recuperação ou substituição;
- É necessário analisar a informação relevante sobre o histórico de uso do edifício e das suas instalações.

Uma vantagem importante dos trabalhos de renovação consiste na existência de informação relevante e efetiva sobre a operação dos sistemas do edifício. Por exemplo, em DataCenters o sobredimensionamento dos sistemas de HVAC é frequente e resulta de estimativas de cargas demasiado conservativas. O presente caso é exemplificativo pois a potência instalada nos sistemas de HVAC

servindo o DataCenter do edifício é de cerca de 5MW, estando prevista a instalação de novos chillers com esta capacidade total. Uma rápida visita à sala de UPSs (Uninterruptible Power Supply Systems) permitiu constatar que potência total absorvida pelos Racks do DataCenter era de apenas 1MW. Esta constatação conduziu à redução da capacidade dos novos chillers para cerca de metade, 2,3MW, considerando já redundância e expansão futura.

Também em muitos casos a existência de informação detalhada sobre consumos históricos reais de energia permite uma sólida análise do benefício associado a medidas de eficiência energética, por exemplo, a opção entre diferentes chillers com diferentes custos e eficiências.

Descrição do edifício e dos sistemas pré-existent

O edifício em causa, sede do maior banco português, é um dos maiores de Lisboa, um ícone da cidade e caracteriza-se pelos seguintes dados principais:

- Inauguração no ano de 1986;
- Cerca de 200.000m² de área de construção;
- DataCenter com 1MW de potência de UPS;
- Três centrais térmicas independentes, de produção de água gelada e quente;
- 1.600m² de painéis solares para produção de água quente e gelada, usando chiller de absorção com 1MW de capacidade, constituindo uma das maiores instalações de frio solar do mundo.

O diagrama abaixo mostra a situação de partida.

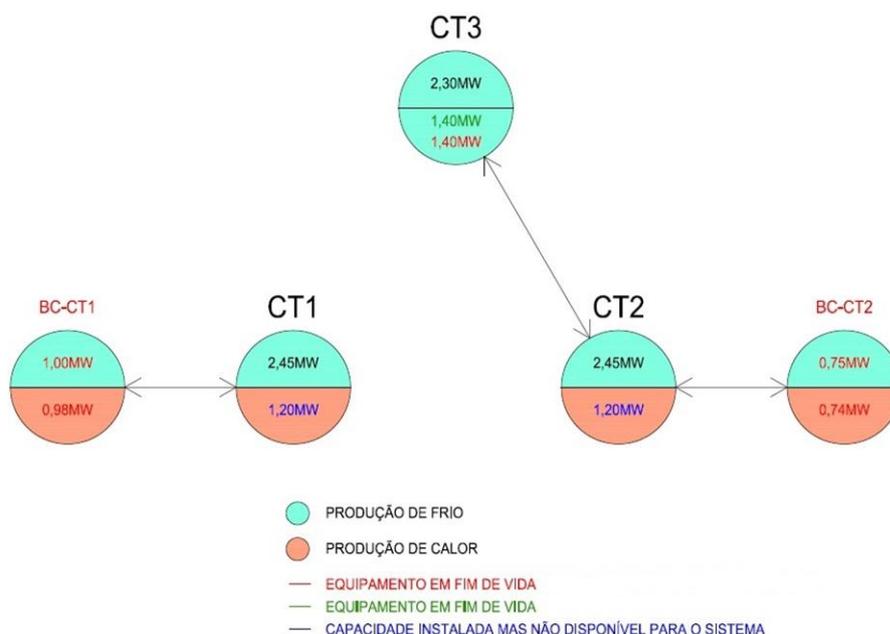


Figura 1 – Situação de partida.

A produção térmica estava dividida por três centrais térmicas (CT) independentes: CT1; CT2 e CT3.

A CT3 é a central que serve o DataCenter estando à partida equipada com dois chillers novos, com capacidade de total de 2,3MW, mas tendo a redundância de produção assegurada por dois chillers já com cerca de 20 anos de operação, e usando fluidos refrigerantes com phaseout programado na União Europeia. Estes chillers redundantes tinham a sua substituição programada estando, para o efeito, previsto o investimento de 1,3M€.

A CT2 é a central que serve a metade poente do edifício estando à partida equipada com dois chillers novos, com capacidade de total de 2,45MW, para produção exclusiva de água gelada. Para a produção de água quente a CT2 dispunha de três bombas de calor ar/água, a quatro tubos, com a potência total de 750kW. Esta CT era ainda apoiada pelo sistema solar térmico para a produção direta de água quente e para a produção de água gelada, através de chiller de absorção com 1MW de capacidade. Os dois chillers novos, existentes à partida, são chillers de parafuso que podem operar com água no condensador até 63°C e podem funcionar num dos dois modos seguintes: produção de água gelada (não sendo controlada a temperatura à saída do condensador), ou; produção de água quente (não sendo controlada a temperatura à saída do evaporador). As bombas de calor ar/água tinham mais de 20 anos de operação tendo avarias recorrentes e operando com fluido refrigerante com phaseout programado na União Europeia. Para substituição das bombas de calor ar/água estava previsto o investimento de 0,5M€.

A CT1 é a central que serve a metade nascente do edifício estando à partida equipada com dois chillers novos, com capacidade de total de 2,45MW, para produção exclusiva de água gelada. Para a produção de água quente a CT3 dispunha de quatro bombas de calor ar/água, a quatro tubos, com a potência total de 1MW. Os dois chillers novos, existentes à partida, são chillers de parafuso que podem operar com água no condensador até 63°C e podem funcionar num dos dois modos seguintes: produção de água gelada (não sendo controlada a temperatura à saída do condensador), ou; produção de água quente (não sendo controlada a temperatura à saída do evaporador). As bombas de calor ar/água tinham mais de 20 anos de operação tendo avarias recorrentes e operando com fluido refrigerante com phaseout programado na UE. Para substituição das bombas de calor ar/água estava previsto o investimento de 0,6M€.

O investimento global previsto para os trabalhos de renovação a realizar nas três CTs atingia um valor global de 2,5M€.

Descrição da solução proposta e implementada

Analisada a situação de partida foi proposta uma solução diferente da prevista pelas razões seguintes:

- O registo histórico de consumo de energia térmica do edifício revelava que a potência de frio instalada nos seis chillers novos existentes no conjunto das três CTs, totalizando 7,2MW, é suficiente para servir as necessidades de pico do edifício com uma redundância superior a N+1;
- O registo histórico de consumo de energia térmica do edifício revelava que o pico de necessidades de calor do edifício é inferior a 1MW;

- As necessidades de arrefecimento do DataCenter asseguram uma absorção constante de 1MW de energia de frio, ou seja, uma produção constante de calor do mesmo valor. O DataCenter rejeita, portanto, uma quantidade de calor suficiente para alimentar as necessidades de pico de aquecimento do edifício;
- Cada um dos quatro chillers novos, existentes nas CT1 e CT2, podem operar em modo de produção de água quente até 63°C.

O diagrama abaixo mostra a solução proposta e implementada.

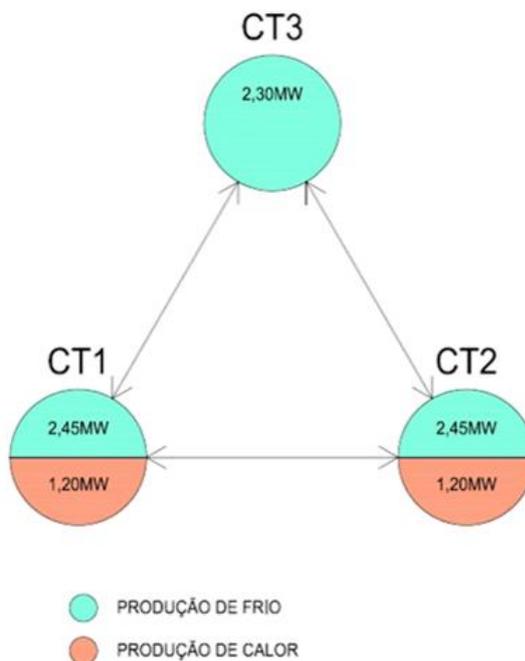


Figura 2 – Solução proposta e implementada.

Optou-se por não instalar novos equipamentos de produção térmica, chillers ou bombas de calor, sendo antes implementada a interligação hidráulica das três CTs e a sua operação em conjunto para servir as necessidades de arrefecimento e aquecimento do edifício. Os equipamentos de produção já obsoletos foram desmontados e o seu espaço foi libertado para outros usos. O custo do investimento foi de apenas 0,5M€, resultando numa redução de CAPEX de cerca de 2M€.

Esta solução permitiu o seguinte:

- Garantir uma redundância superior a N+N para a produção de água gelada para o DataCenter;
- Aquecimento do edifício usando o calor rejeitado no DataCenter. No inverno um dos chillers da CT1 ou da CT2 funciona em modo de produção de água quente a 50°C e, simultaneamente, fornece água gelada, a temperatura não controlada, para a CT3, que serve o DataCenter. O ajuste final da temperatura da água gelada na CT3 é feito por um dos chillers da CT3;
- Maximização da utilização da energia solar térmica pois esta passa a poder ser utilizada nas três CTs;

- Minimização da operação de chillers na época de Inverno e meia estação, estando, nesse período, normalmente, apenas dois chillers em operação no conjunto das três CTs.

Soluções hidráulicas

A figura seguinte mostra de forma mais detalhada a interligação das centrais no que se refere à água gelada.

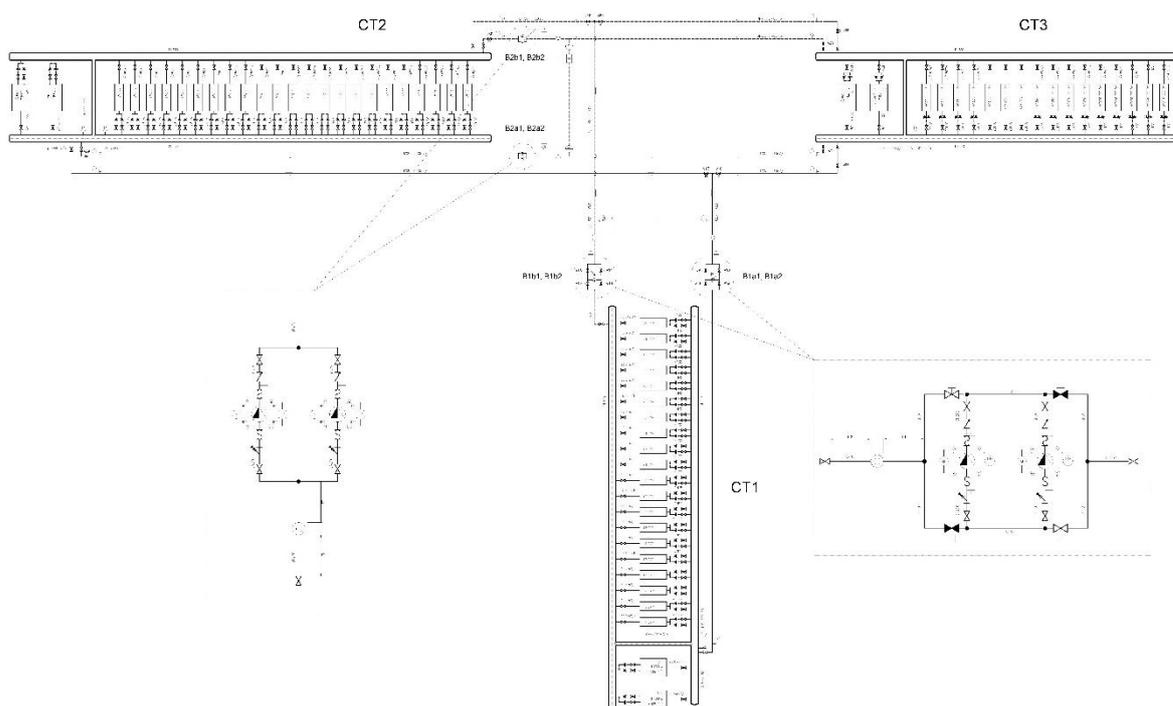


Figura 3 – Interligação de água gelada. Esquema hidráulico.

A figura seguinte mostra de forma mais detalhada a interligação das centrais no que se refere à água quente.

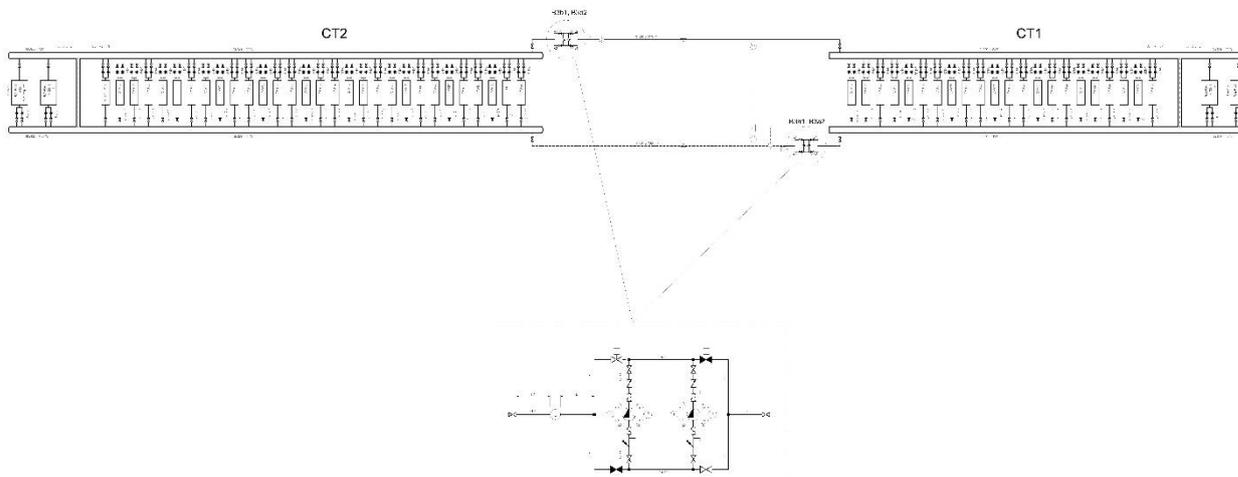


Figura 4 – Interligação de água quente. Esquema hidráulico.

A conceção da interligação hidráulica entre centrais foi feita com o objetivo de permitir a inversão do sentido do vazão, em qualquer das ligações entre duas centrais, ie, qualquer das duas centrais pode ser a origem ou o destino da água gelada produzida. Foram ainda instalados contadores de entalpia, usando medidores de vazão eletromagnéticos (sem perda de carga e manutenção), para medição da quantidade de energia térmica e vazão de água transferidos entre centrais. A figura seguinte apresenta o esquema hidráulico deste pormenor.

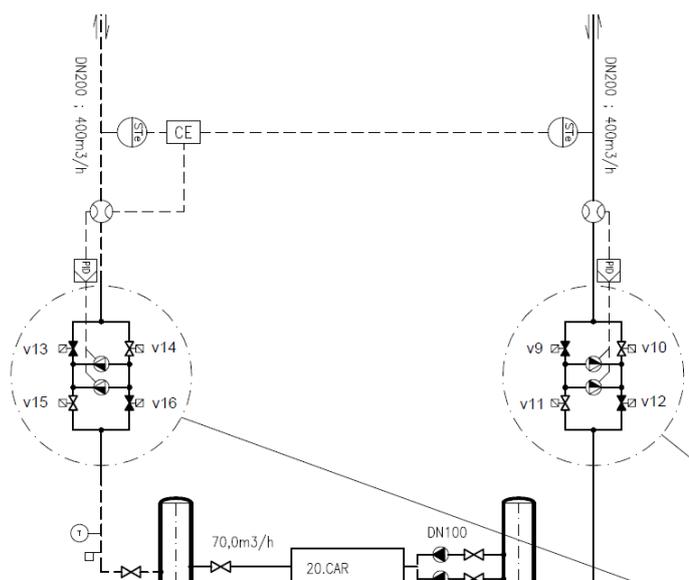


Figura 5 – Interligação de centrais. Pormenor.

Para permitir a inversão do sentido do vazão de água foi concebido um esquema hidráulico simples que permite inverter o sentido do vazão através do comando de válvulas de seccionamento motorizadas. A figura abaixo apresenta o desenho 3D de montagem de um conjunto de bombas e o respetivo esquema hidráulico funcionando nos dois sentidos de operação.

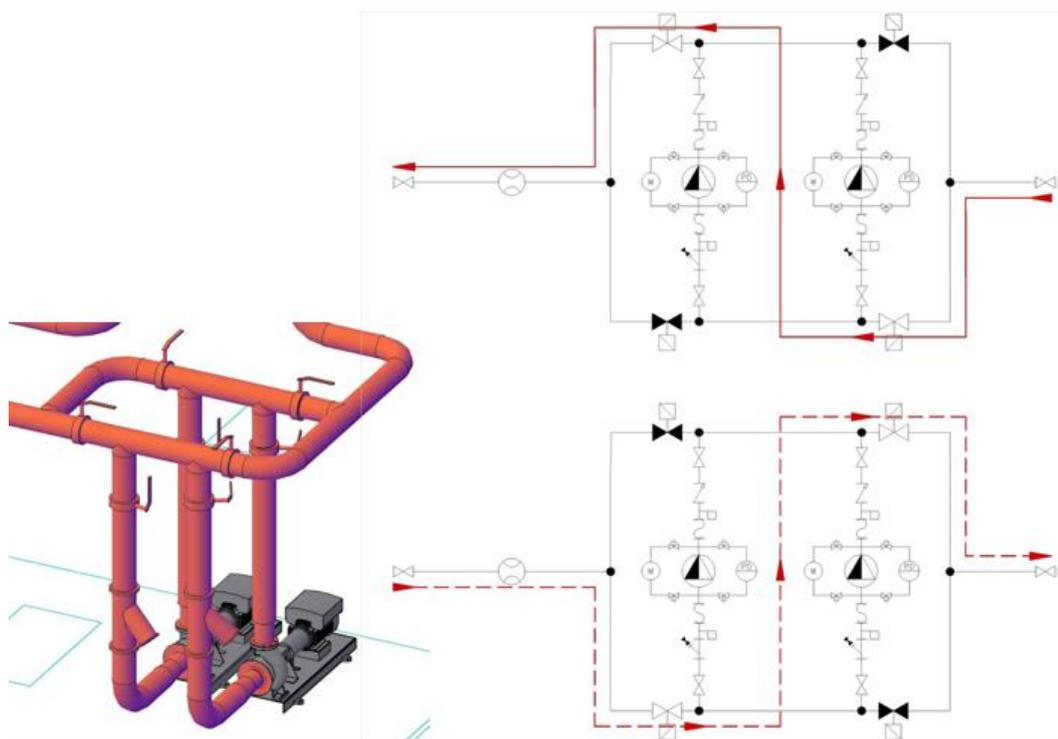
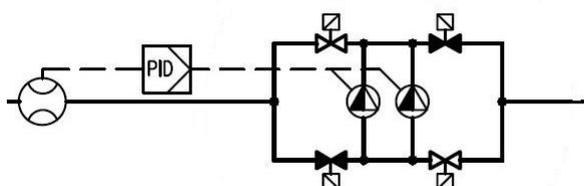


Figura 6 – Sistema de bombagem reversível. Esquema hidráulico.

O vazão de água movimentado entre centrais, na saída da CT, é controlado como segue.

Variável a controlar	- Vazão de água, medido em medidor eletromagnético
Setpoint	- Determinado pelo algoritmo de controlo da CT de destino
Ação de controlo	- Atuação na velocidade de rotação das bombas (no VFD)
Tipo de loop	- PID



O vazão de água movimentado pelas bombas no retorno à CT é controlado como segue.

Variável a controlar	-	Vazão de água, medido em medidor eletromagnético
Setpoint	-	No arranque é igual ao setpoint de vazão do circuito de saída. Após o arranque é igual ao valor médio, nos últimos 10 minutos, do vazão medido no circuito de saída
Ação de controlo	-	Atuação na velocidade de rotação das bombas (no VFD)
Tipo de loop	-	PID

Optou-se pela instalação de bombas tanto na linha de ida como na linha de retorno às CTs pelas seguintes razões:

- A distância entre centrais é superior a 200 metros, sendo a perda de carga do percurso entre centrais (apenas num sentido) de perto de 100kPa;
- Não existindo bombas no retorno, para viabilizar o escoamento do vazão de água requerido, teria que existir uma diferença de pressão estática de cerca de 100kPa entre coletores de centrais;
- Não existindo bombas de retorno a pressão estática nos coletores teria que variar em função do estado de operação das três centrais, complexificando o sistema de controlo de pressão estática nas CTs e causando oscilações sistemáticas de pressão, não desejáveis também para garantir a longevidade da rede hidráulica e dos respetivos componentes.

Modos de operação

Para comando automático do conjunto das três CTs foram definidos diferentes modos de operação-tipo e definida matriz de comando dos equipamentos, especificando o comando a dar a cada equipamento em cada modo de operação. As figuras seguintes apresentam os diversos modos de operação implementados.

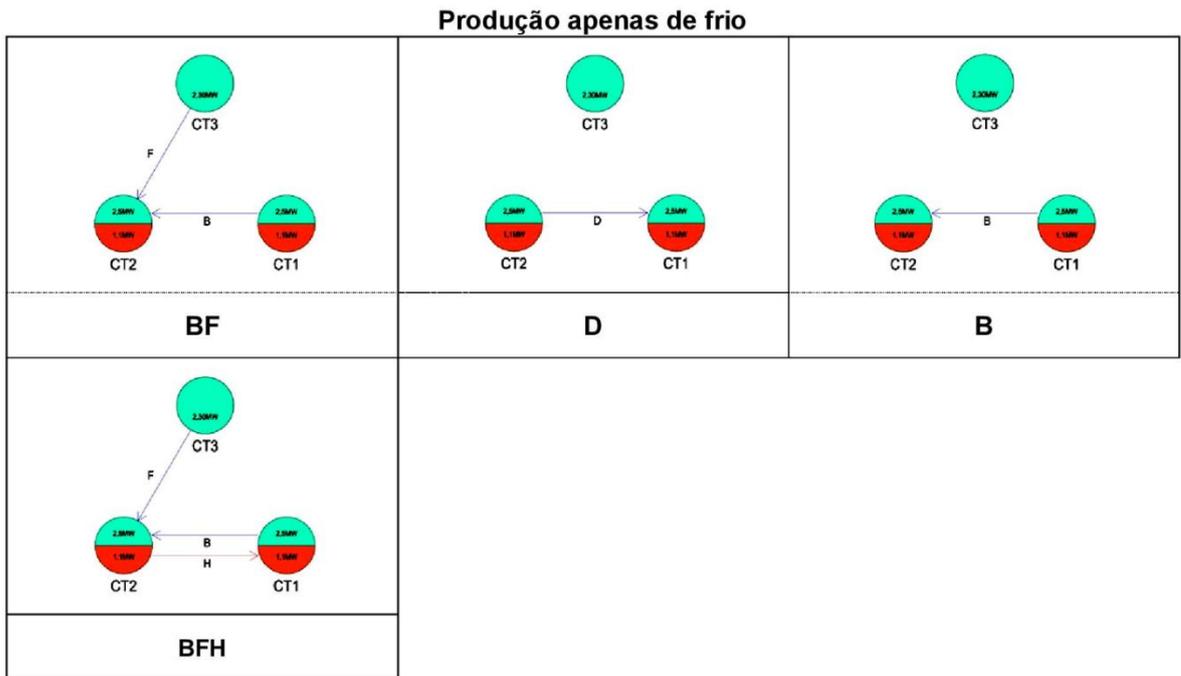


Figura 7 – Modos de operação. Produção apenas de frio.

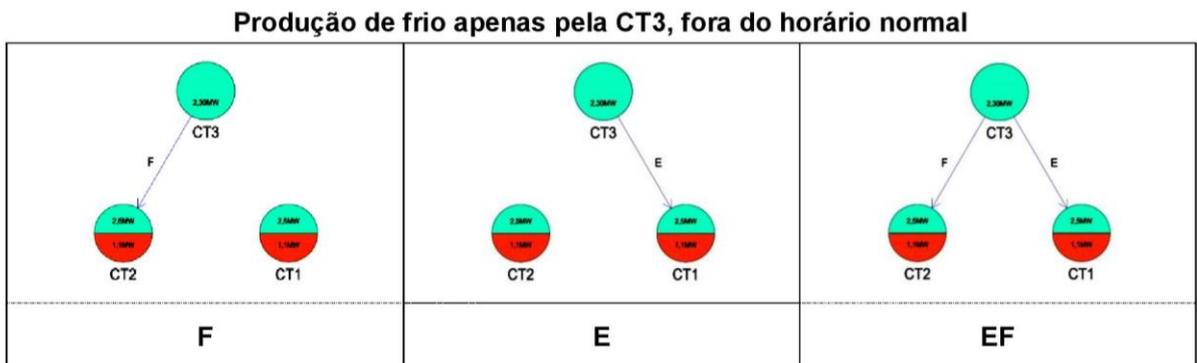


Figura 8 – Modos de operação. Apenas produção de frio pela CT3.

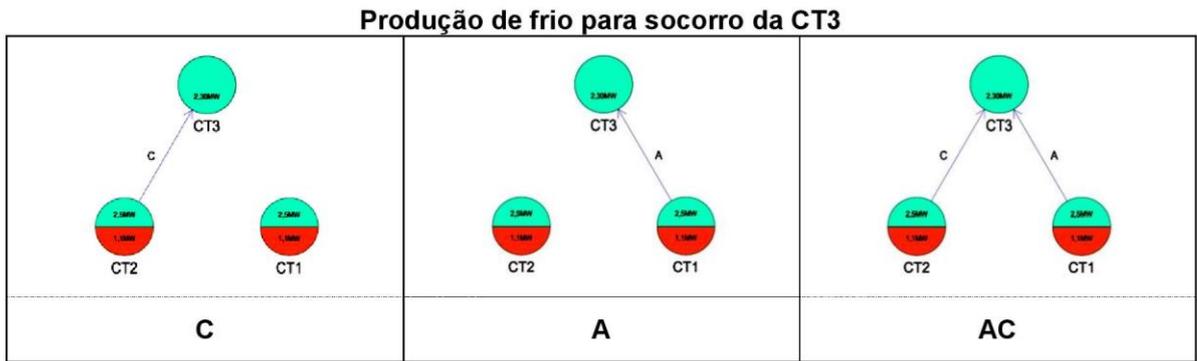


Figura 9 – Produção de frio pela CT1 e CT2, em socorro da CT3.

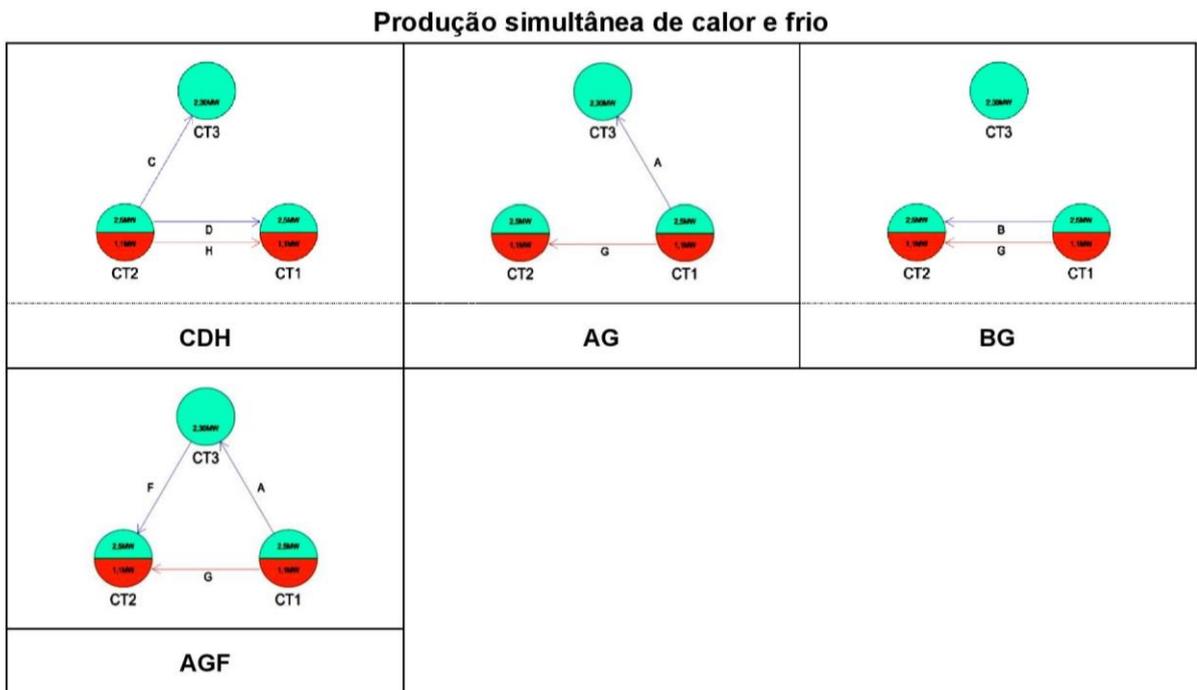


Figura 10 – Produção simultânea de calor e frio.