



Termodinâmica e Estrutura da Matéria

Aula 16 – Aplicações de ciclos

Carlos A. Santos Silva

Professor Associado Convidado

Cátedra WS – Energia

Departamento de Física

carlos.santos.silva@tecnico.ulisboa.pt



Sumário

- Sistemas de Climatização em grandes edifícios
- ClimaEspaço – Central Trigeração
- Caixa Geral de Depósitos – Climatização Solar

<https://itunes.apple.com/pt/itunes-u/green-campus-desafio-eficiencia/id543882793#>

SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Definição

- Sistemas que permitem controlar os níveis de conforto ambiental em ambientes fechados
 - Edifícios
 - Veículos
- Sistemas de climatização são denominados por sistemas de AVAC (HVAC)
 - **A**quecimento, **V**entilação e **A**r-**C**ondicionado

Temperatura de conforto

“a condição da mente que expressa satisfação com o seu ambiente térmico”

- O conforto humano depende do controlo da temperatura entre os 36 e os 37°C
- Depende da neutralidade das trocas de calor
 - O conforto não depende só da temperatura do ambiente
 - Depende da humidade do ar (evaporação/transpiração)
 - Depende da atividade, da roupa, etc...

Energia produzida por pessoa

Actividade	W	met [*]
Em repouso	80 – 100	0,8 – 1,0
Actividade sedentária	100 – 120	1,0 – 1,2
Trabalho leve	140 – 180	1,4 – 1,8
Trabalho oficial médio	200 – 300	2,0 – 3,0
Ginástica	300 – 400	3,0 – 4,0
Desporto de competição	400 - 600	4,0 – 6,0

*1 met = 58,15 W/m², área média do corpo humano A = 1,75 m²

Temperaturas

- Bolbo seco
 - Temperatura do ar medida com termómetro exposto ao ar, mas protegido da radiação e humidade
 - Representa a medida da energia cinética
- Bolbo húmido
 - Temperatura que o ar teria caso fosse arrefecido por evaporação da água (*temperatura que se sente quando a pele está molhada*)
 - Temperatura adiabática de saturação
- Temperatura de orvalho
 - temperatura à qual o vapor de água presente no ar ambiente passa ao estado líquido na forma de pequenas gotas por via da condensação



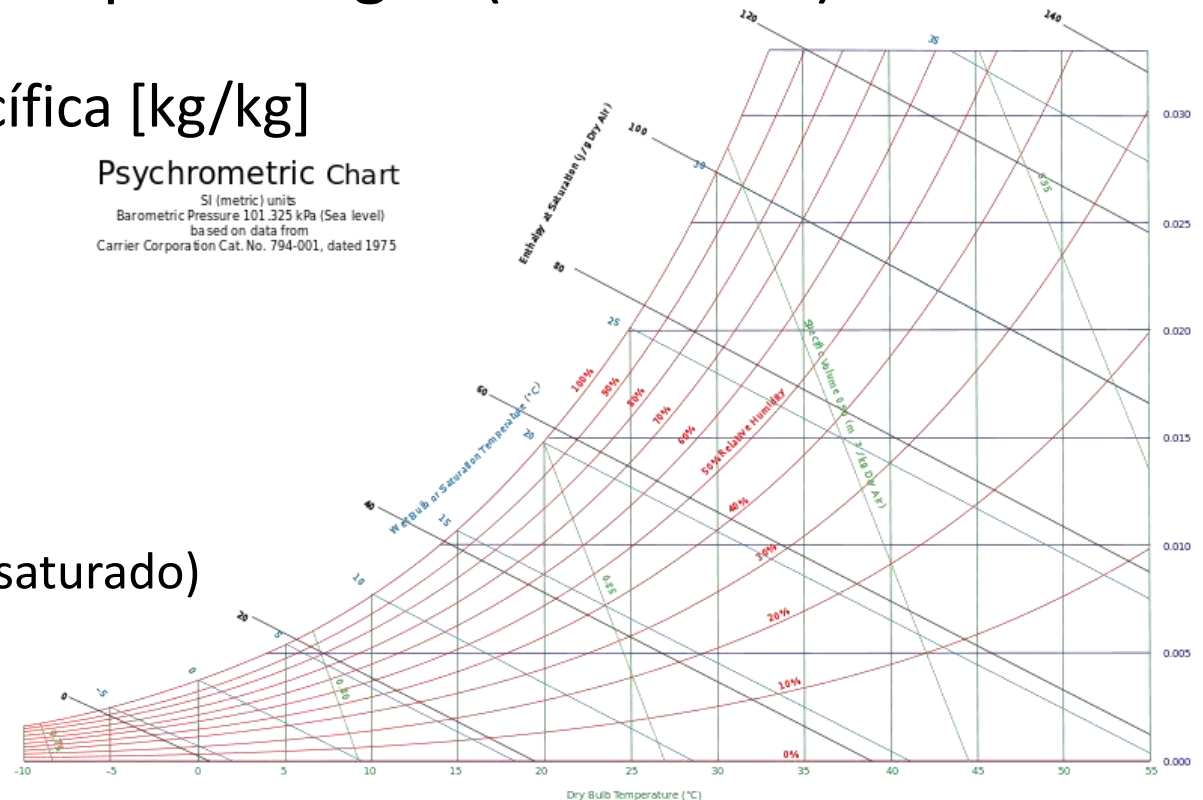
Diagrama psicrométrico

- Diagrama que representa as propriedades da mistura de ar com ar com vapor de água (ar húmido)

- Humidade específica [kg/kg]

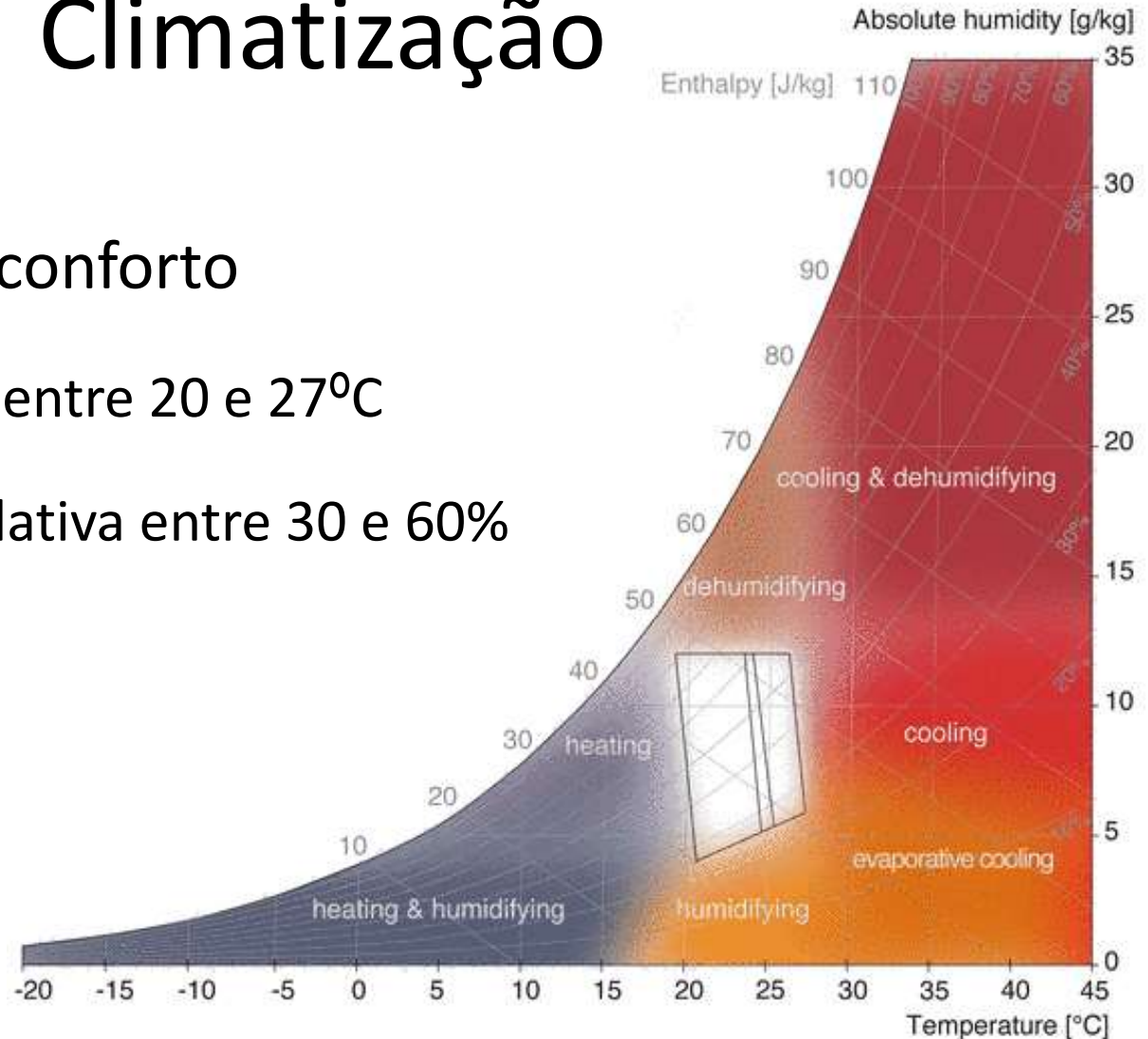
- Temperatura

- Seca
- Húmida
- Orvalho (vapor saturado)



Climatização

- Condições de conforto
 - Temperatura entre 20 e 27°C
 - Humidade relativa entre 30 e 60%



Room conditioning according to the outdoor climate shown in psychrometric chart
(cf. Olgay, 1963)

Liedl, 2011
www.climate-tool.com

Tipos de sistema de climatização (1)

- Em função da área climatizada
 - Sistema centralizado
 - Circuito primário (água)
 - Circuito secundário (ar)
 - Sistema individual (slipt, multisplit)
 - *Sistemas modulares*
 - *Sistemas semicentralizados*

Tipos de sistema de climatização (2)

- Em função do fluido térmico
 - Sistemas “tudo-ar”
 - Sistemas “ar-água”
 - Sistemas “tudo-água”

Aquecimento+Ventilação+Ar Condicionado

COMPONENTES DO SISTEMA AVAC

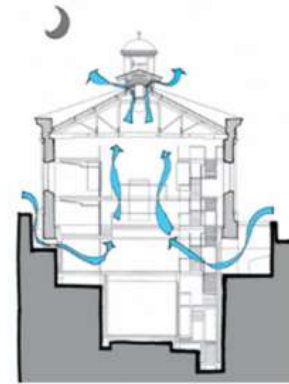
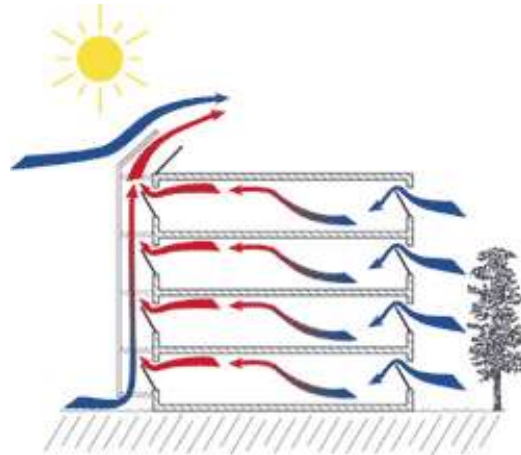
Aquecimento

- Caldeiras
- *UTA*
- *Ventiloconvectores*



Ventilação

- Natural



summer night cooling
strategy using convective
night ventilation

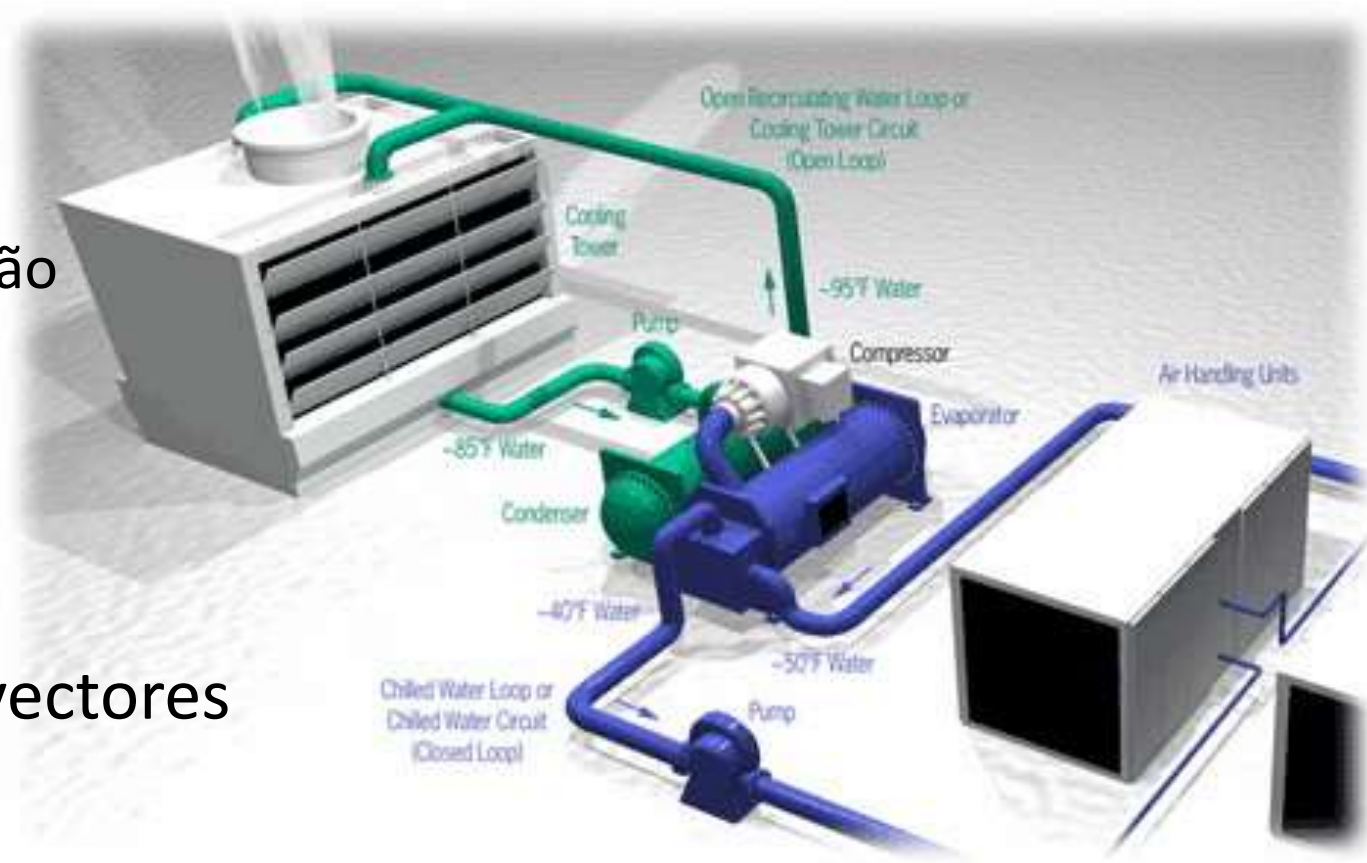
Architects: Architecture Project and Brian Ford Associates

- Forçada



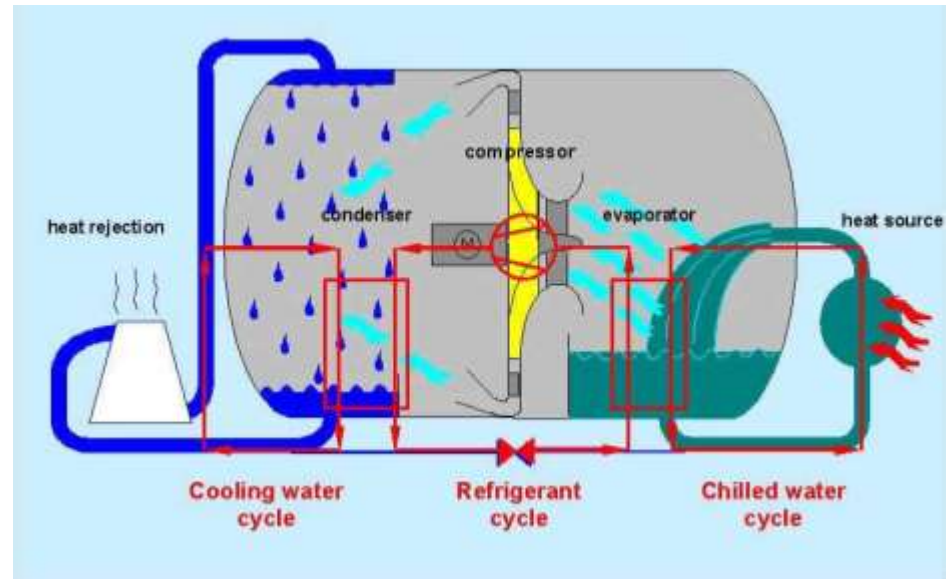
Ar Condicionado (sistemas centralizados)

- Chiller
 - Compressão
 - Absorção
- UTA
- Ventiloinvectores
- *Caldeira*



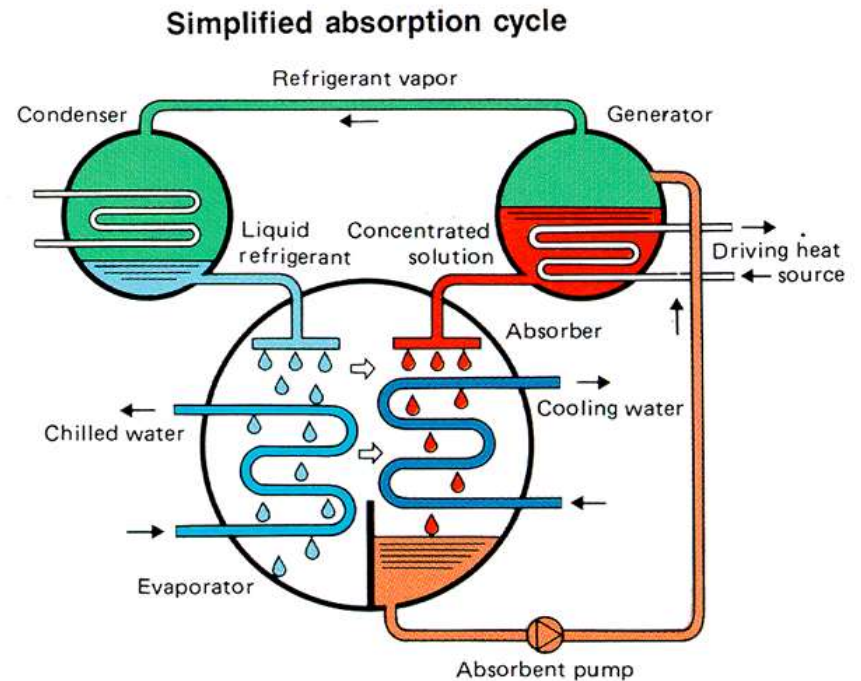
Chiller Compressão

- Compressor (recíproco, parafuso, centrífugo)
- COP: 3-5



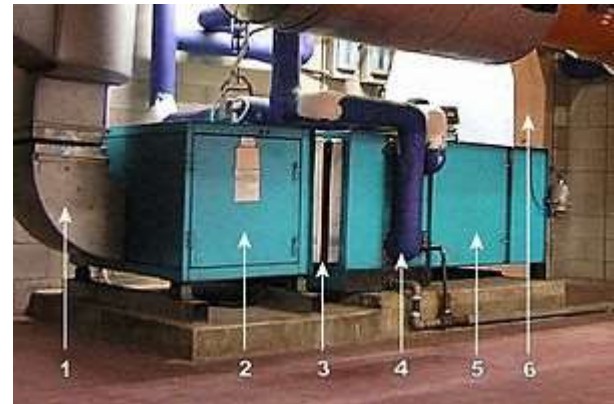
Chiller absorção

- Agua-amoníaco, brometo de lítio-água
- COP: 1-1.5



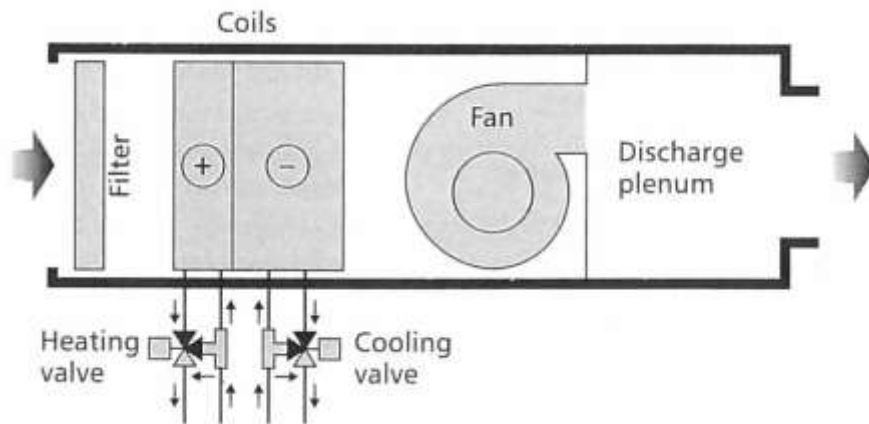
Unidades de Tratamento do Ar (UTA)

- Unidade para processar o ar (aquecer, arrefecer, desumidificar....)
 - Ventilador
 - Filtros



Ventiloconvectores

- Controlo caudal, temperatura



Rede de trigeração-urbana

CLIMAESPAÇO

Rede de *district-heating*



Distribution network
21 km pipeline



- 150 buildings
- 3,000 customers
- Cooling 35MW
- Heating 29MW
- Electric 5MW
- 0,06€/kWh

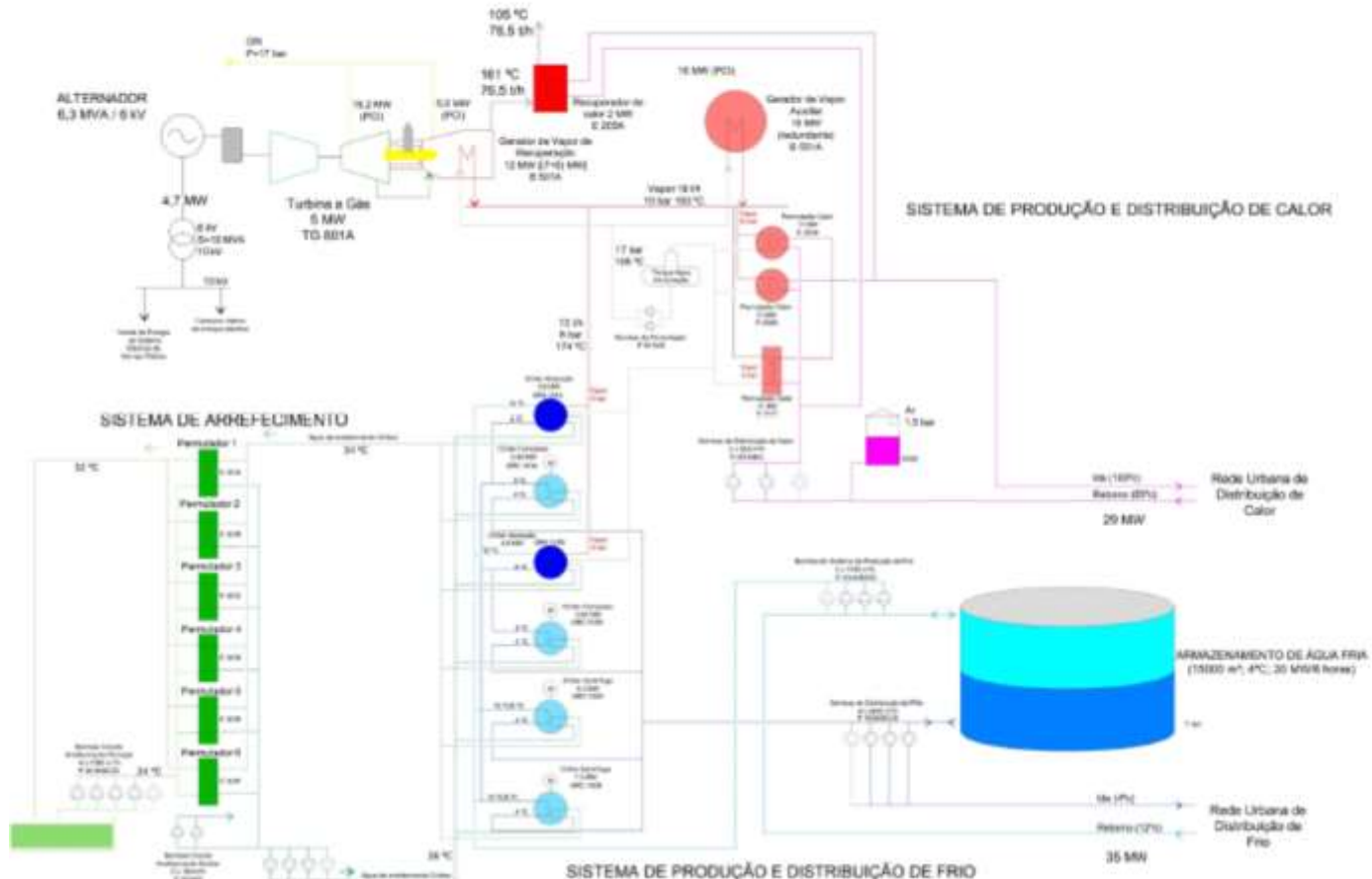


Sub-station

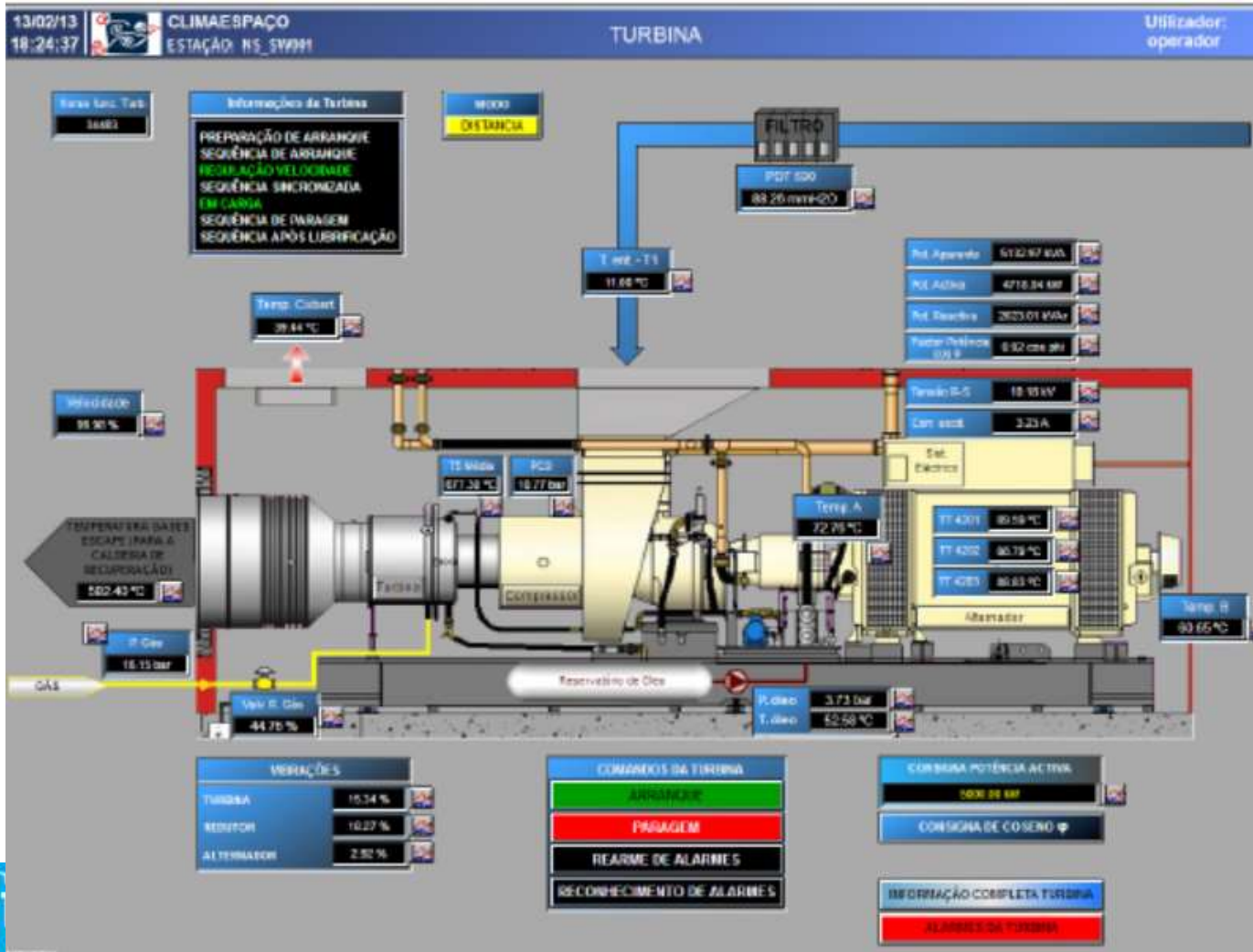
Descrição do sistema

REDE DE DISTRIBUIÇÃO URBANA DE FRIO E CALOR

Central de Produção de Electricidade, Frio e Calor
(TRIGERAÇÃO)

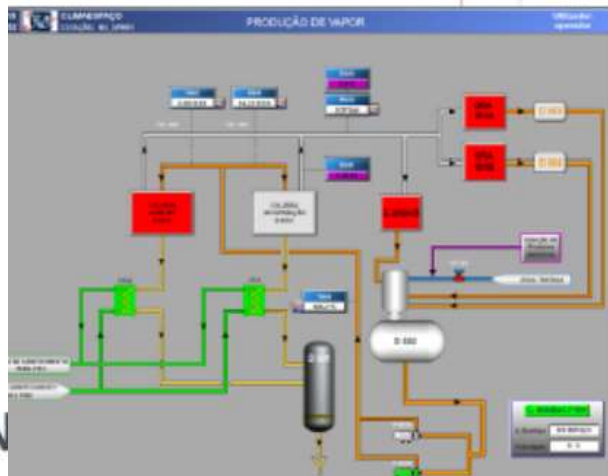
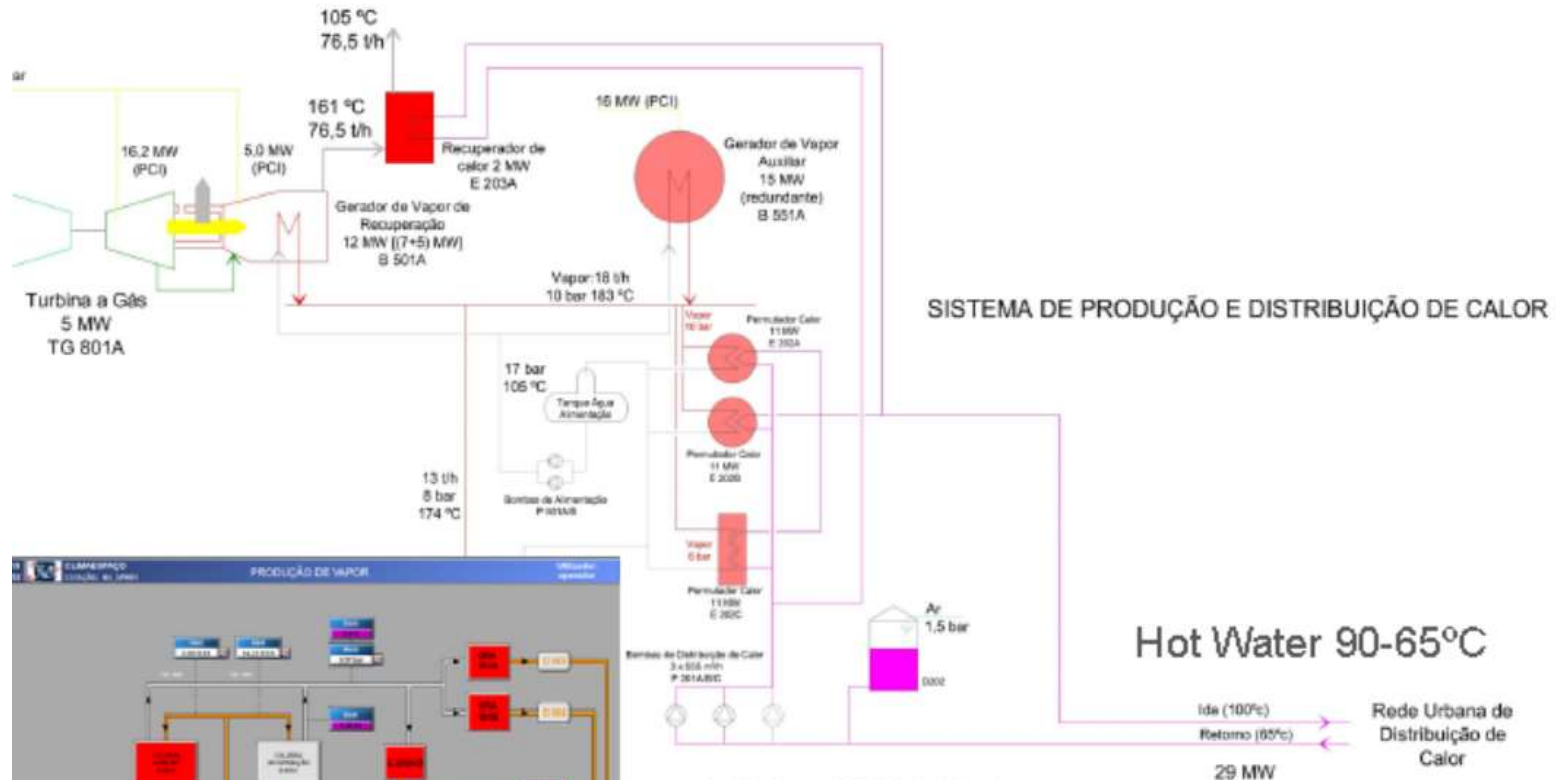


Geração de eletricidade (turbina a gás)



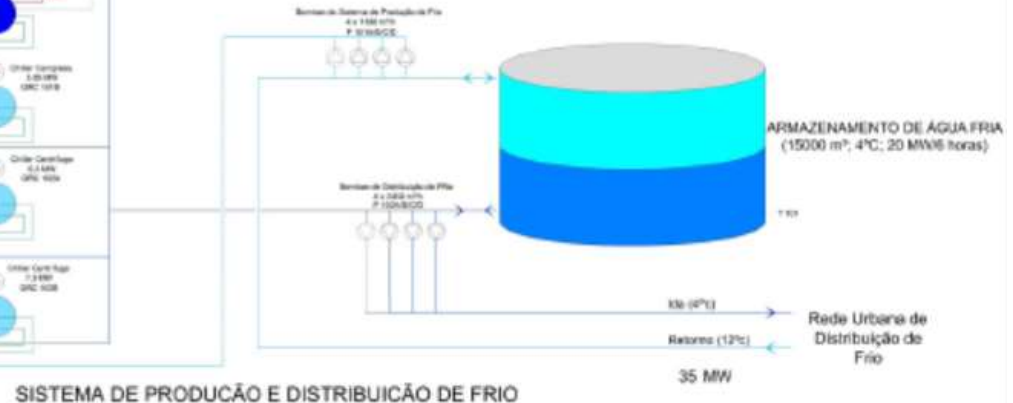
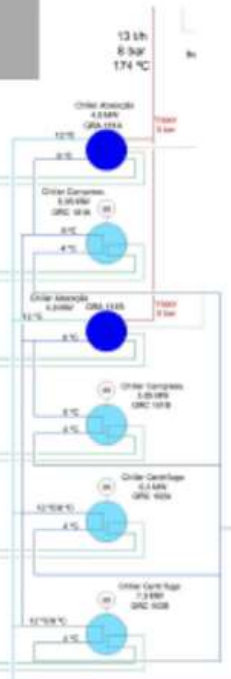
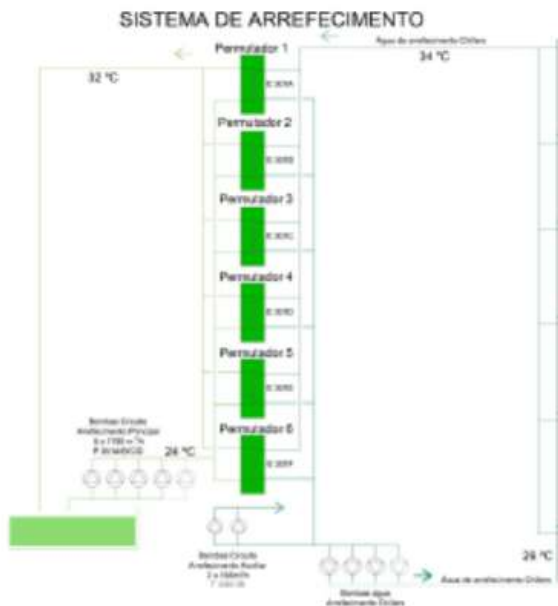
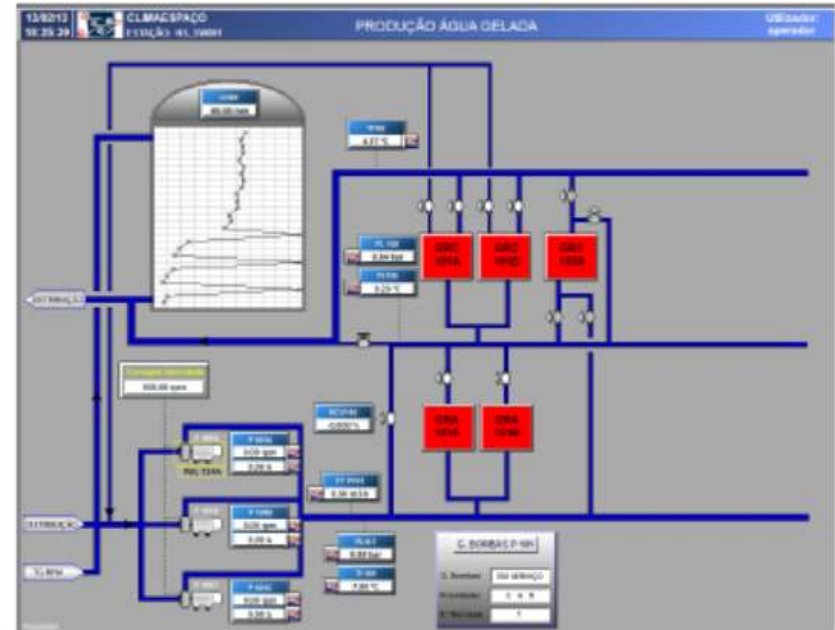
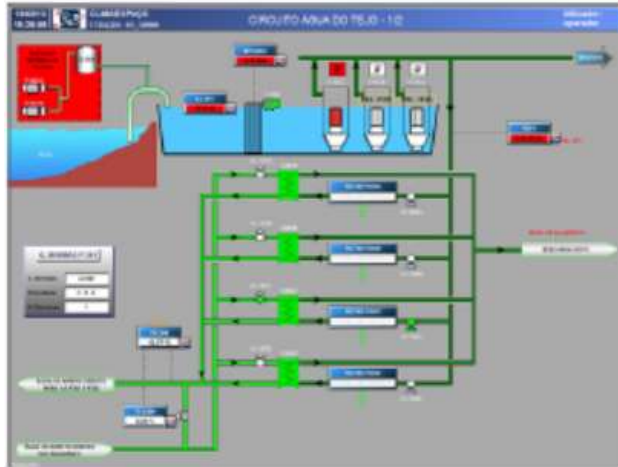
Geração de Calor

HOT WATER CIRCUIT – STEAM GENERATION



- Winter 250MWh day
- Summer 90MWh day
- Network: 42000m³ of water (30000m³ of cold water and 12000m³ of hot water)
- 30 m³ day (compensate the losses)

Geração de frio



Vista geral da central



Absorption chiller (green – condenser; black – evaporator).



Internal cooling system for the GRC (compression chillers)



General view (far end, chillers cooling system pumps)



Water treatment station

Climatização solar

CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS

Sistema CGD

- Frio, calor e águas quentes sanitárias
- Área: 15799m²



Descrição do sistema AQS

