SISTEMAS DE ÁGUA GELADA

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs

Projeto para o Gerenciamento de Chillers

Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento Integrado no Setor de Chillers

COMISSIONAMENTO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE AR E DE ÁGUA GELADA

Leonilton Tomaz Cleto – Yawatz Engenharia

Mauricio Salomão Rodrigues – Somar Engenharia

25/02/2016 - Rio de Janeiro

Execução

SOMAR

Implementação

PNUD

Empoderando vidas. Fortalecendo nações.

Realização

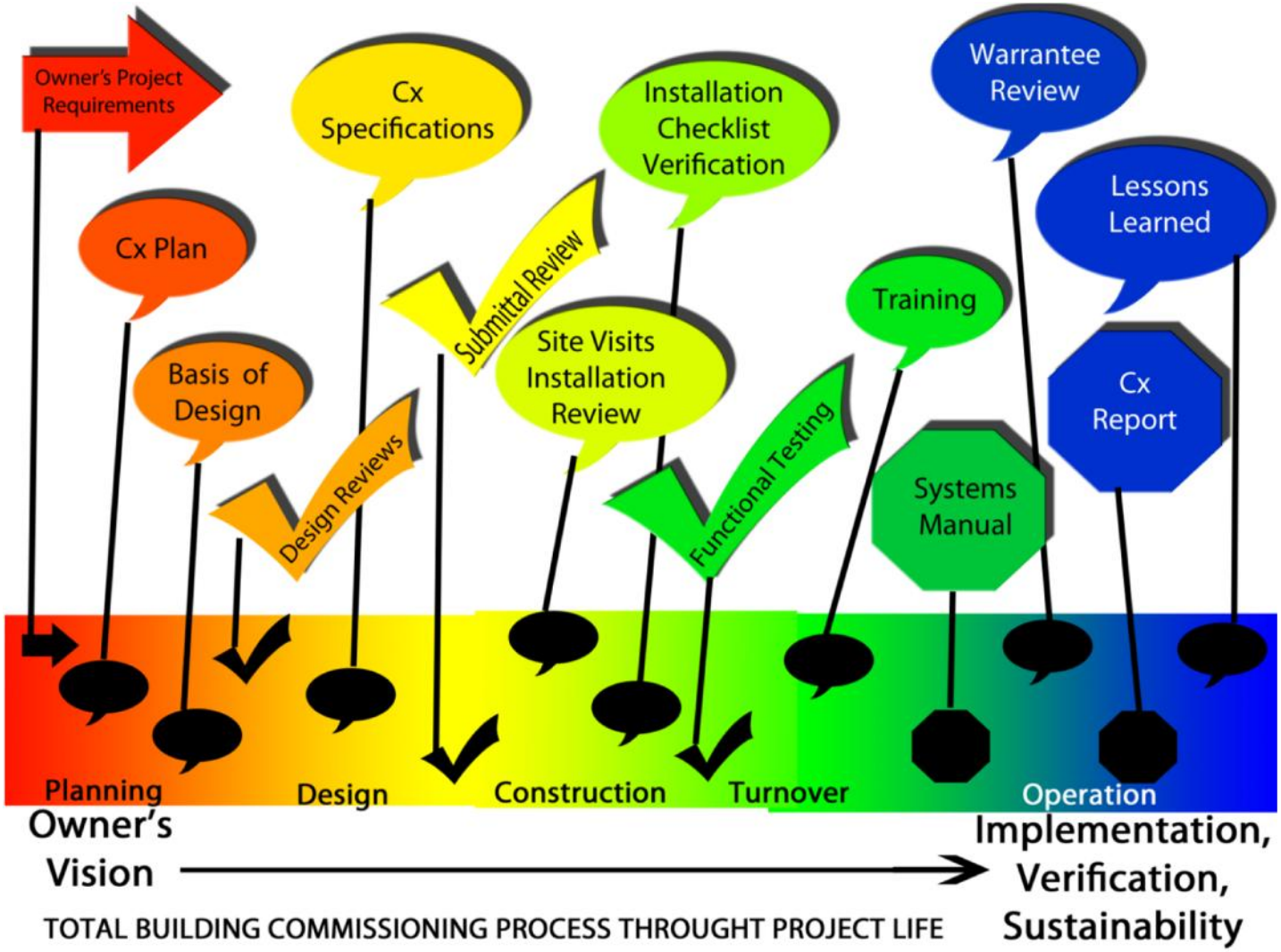
Ministério do Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

O que Não É Comissionamento

- Gerenciamento do Projeto
- Supervisão de Engenharia
- Fiscalização de Obra
- Atividades de (Pré &) Start-up
- Testes e Ajustes do Sistemas
- PROCESSO CRIADO PELO LEED®

Total Building Cx – ASHRAE Guideline 0

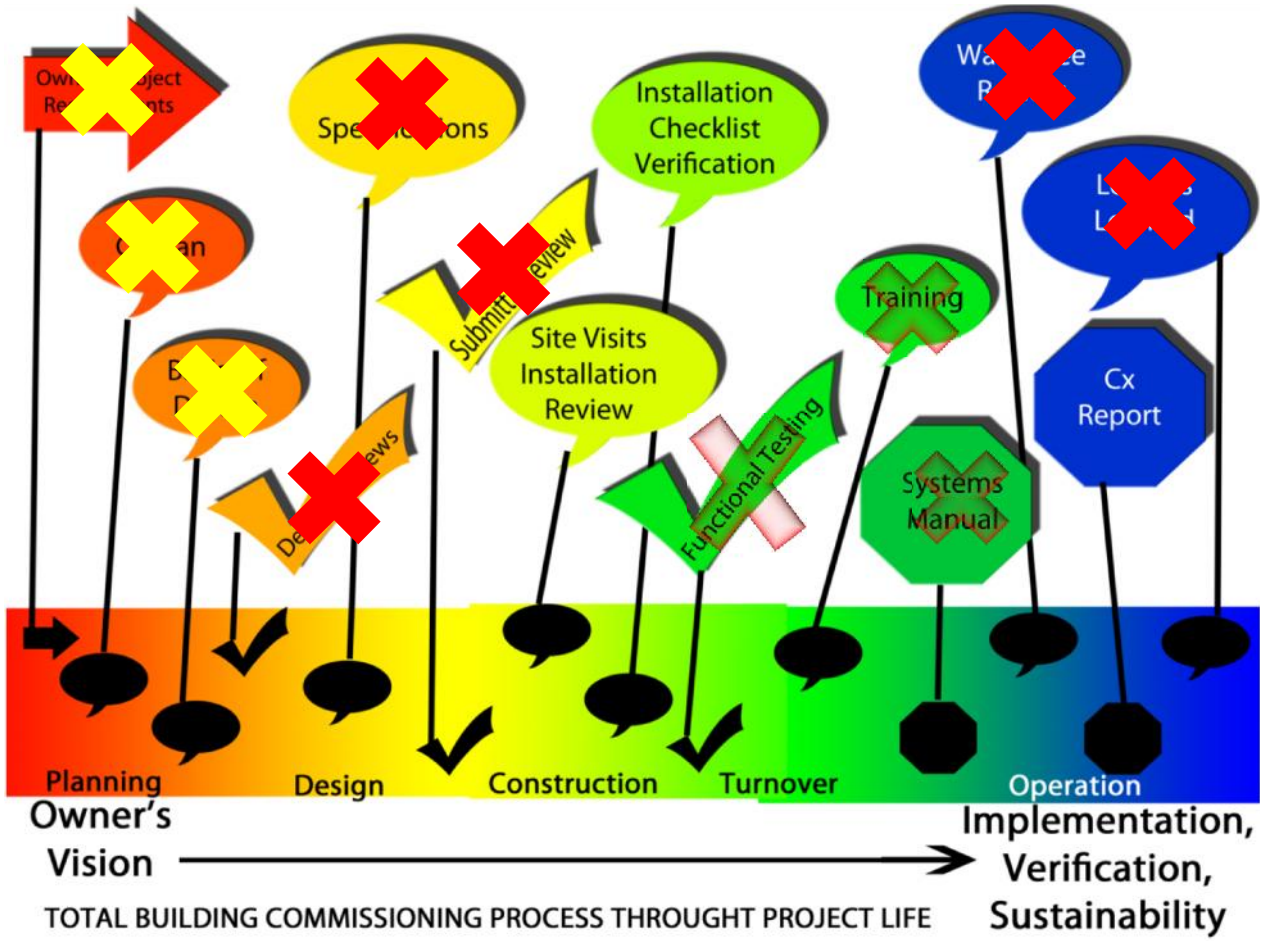


Comissionamento em Sistemas Prediais no Brasil

Cx na “Era LEED”:

- Comissionamento “Pra LEED” !!!!
- Criado para poder obter a Certificação.
- Foco na Geração de Documentos (OPR, BoD, CxPlan, Checklists, e Relatório Final) para obter a certificação.

No Brasil – Cx “pra” LEED



Estrutura do Projeto nos EUA
ASHRAE Guideline 0-2013

- **Requisitos de Projeto do Proprietário – OPR**
- **Comissionamento – Desde o Pré-Projeto (Concepção)**
- **Bases de Projeto – BoD**
- **Simulação – Ferramenta para o BoD**
- **Manuais dos Sistemas – Documentação para Pós Ocupação**

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs

Projeto para o Gerenciamento de Chillers

ASHRAE

GUIDELINE

ASHRAE Guideline 0-2013
(Supersedes ASHRAE Guideline 0-2005)

The Commissioning Process

See Appendix Q for approval dates by the ASHRAE Standards Committee and the ASHRAE Board of Directors.

This guideline is under continuous maintenance by a Standing Guideline Project Committee (SGPC) for which the Standards Committee has established a documented program for regular publication of addenda or revisions, including procedures for timely, documented, consensus action on requests for change to any part of the guideline. The change submittal form, instructions, and deadlines may be obtained in electronic form from the ASHRAE website (www.ashrae.org) or in paper form from the Manager of Standards. The latest edition of an ASHRAE Standard or Guideline may be purchased from the ASHRAE website (www.ashrae.org) or from ASHRAE Customer Service, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 678-539-2129. Telephone: 404-636-8400 (worldwide), or toll free 1-800-527-4723 (for orders in US and Canada). For reprint permission, go to www.ashrae.org/permissions.

© 2013 ASHRAE ISSN 1049-894X

ASHRAE Guideline 1.1-2007
(Supersedes ASHRAE Guideline 1-1996)

ASHRAE GUIDELINE

HVAC&R Technical Requirements for The Commissioning Process

Approved by the ASHRAE Standards Committee on June 23, 2007, and by the ASHRAE Board of Directors on June 27, 2007.

ASHRAE Guidelines are updated on a five-year cycle; the date following the Guideline is the year of approval. The latest edition of an ASHRAE Guideline may be purchased from ASHRAE Customer Service, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 404-321-5478. Telephone: 404-636-8400 (worldwide) or toll free 1-800-527-4723 (for orders in US and Canada).

©Copyright 2007 ASHRAE, Inc.

ISSN 1049-894X

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
1791 Tullie Circle NE, Atlanta, GA 30329
www.ashrae.org

National Institute of BUILDING SCIENCES

NIBS Guideline 3-2012

Building Enclosure Commissioning Process BECx

This Guideline is for Use with ASHRAE Guideline 0-2005: The Commissioning Process

An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment

April 2012

Requisitos de Projeto do Proprietário (OPR)

OPR "É TUDO"!

- **Deve ser desenvolvido pelos consultores do projeto em conjunto com o representante do proprietário.**
- **Consultores envolvidos no OPR:**
  - **Autoridade de Comissionamento (EA C-03)**
  - **Arquitetura (+ Iluminação)**
  - **Engenharia de Facilities do Proprietário**
  - **Engenharia de Operação e Manutenção**
  - **Consultoria de Ar Condicionado**
  - **Consultoria LEED®**

Requisitos de Projeto do Proprietário (OPR)

OPR "É TUDO"!

- **Deve ser gerado na concepção do projeto.**
- **Não pode ser desenvolvido após o projeto.**
- **Pode e deve ser revisado e adequado ao longo de todo processo:**
  - **Custos e Viabilidades Econômicas**
  - **Viabilidades Técnicas**
  - **Novas Tecnologias**
- **Deve ser claro e específico quando necessário, mas não "engessado". O detalhamento deve vir no "BoD".**

Requisitos de Projeto do Proprietário (OPR)

- Cronograma e orçamento do projeto;
- Escopo do processo de comissionamento ;
- Requisitos da documentação de projeto;
- Diretrizes do proprietário, requisitos do usuário;
- Restrições ou limitações ligadas ao local da instalação;
- Requisitos de qualidade dos materiais de construção em função do LCC pré definido;
- Requisitos de estética dos sistemas em harmonia com a arquitetura;
- Requisitos de vibração e sísmicos;
- Requisitos de acessibilidade;

Requisitos de Projeto do Proprietário – (OPR)

- Tolerâncias admissíveis para as variáveis operacionais;
- Requisitos de flexibilidade de adaptação do sistema quanto a futuras ampliações ou alterações necessárias;
- Requisitos de segurança operacional;
- Requisitos de comunicação;
- Níveis de eficiência energética;
- Níveis de sustentabilidade ambiental (Certificação LEED® e principais pontos desejados);
- Normas e portarias aplicáveis;
- Requisitos de saúde e higiene do ambiente interno .

Bases de Projeto – (BoD)

BoD é o “Fiel Escudeiro” do OPR

- Deve ser desenvolvido no início do projeto.
- Deve ser revisado ao longo de todo processo para se adequar ao OPR.
- Deve ser bem detalhado para todos demais participantes do processo.
- Desenvolvido pela Equipe de Projetistas:
  - **Iluminação**
  - **Ar Condicionado e Ventilação**
  - **Elétrica; Hidráulica; Civil**

Bases de Projeto – (BoD)

- Descrição de cada opção de sistema de HVAC considerada na fase de pré-projeto.
- A definição final do sistema de HVAC escolhido, indicando as razões pela preferência, respectivos cálculos.
- Premissas de cálculos, Condições ambientais, Premissas operacionais.
- Procedimentos analíticos e ferramentas de cálculos utilizados para a definição da concepção dos sistemas.

Bases de Projeto – (BoD)

- Descritivo dos sistemas identificando de que forma o projeto irá cumprir o OPR.
- Descrição detalhada do sistema de automação e das lógicas de controle dos sistemas.
- Diretrizes e normas do proprietário que influenciam o desenvolvimento do projeto.
- Demonstração do atendimento aos requisitos do OPR, incluindo a apresentação de uma matriz que identifique de que maneira os itens do OPR serão atendidos pelo projeto e como eles estão identificados nos documentos de construção.

Simulação da Eficiência Energética

Simulação é "A" Ferramenta para a Concepção e o Desenvolvimento do Projeto.

- **Deve ser desenvolvida desde a concepção do projeto.**
- **Deve ser aplicada para as definições do OPR**
- **Deve ser aplicada exaustivamente no desenvolvimento do projeto (1% de ganho na eficiência energética no edifício paga a Simulação em 1 ano).**
- **Deve ser analisada pela equipe de projeto e pela autoridade comissionamento.**

Simulação - Caso 01

Projeto de Laje Corporativa

- CAG – Condensação à água
- Chillers operando em série e contra fluxo
- Pré-resfriamento com roda entálpica.
- Cargas - 70% Sensível/ 30% Latente (Simulação)
- Setpoint Ambiente = 23°C +/- 1°C
- Temp. na saída da serpentina = 11.5°C
- UR - Zonas Térmicas - Inverno = 45% / Verão = 53% (Simulação)
- Carga Térmica - Simulação = 1790 ton (34.7 m²/ton)
- Carga Térmica - Projetista = 3190 ton (19.5 m²/ton)

Fonte: Letícia Neves/ Edson Kurotsu - CTE

Simulação - Caso 02

Projeto de Laje Corporativa

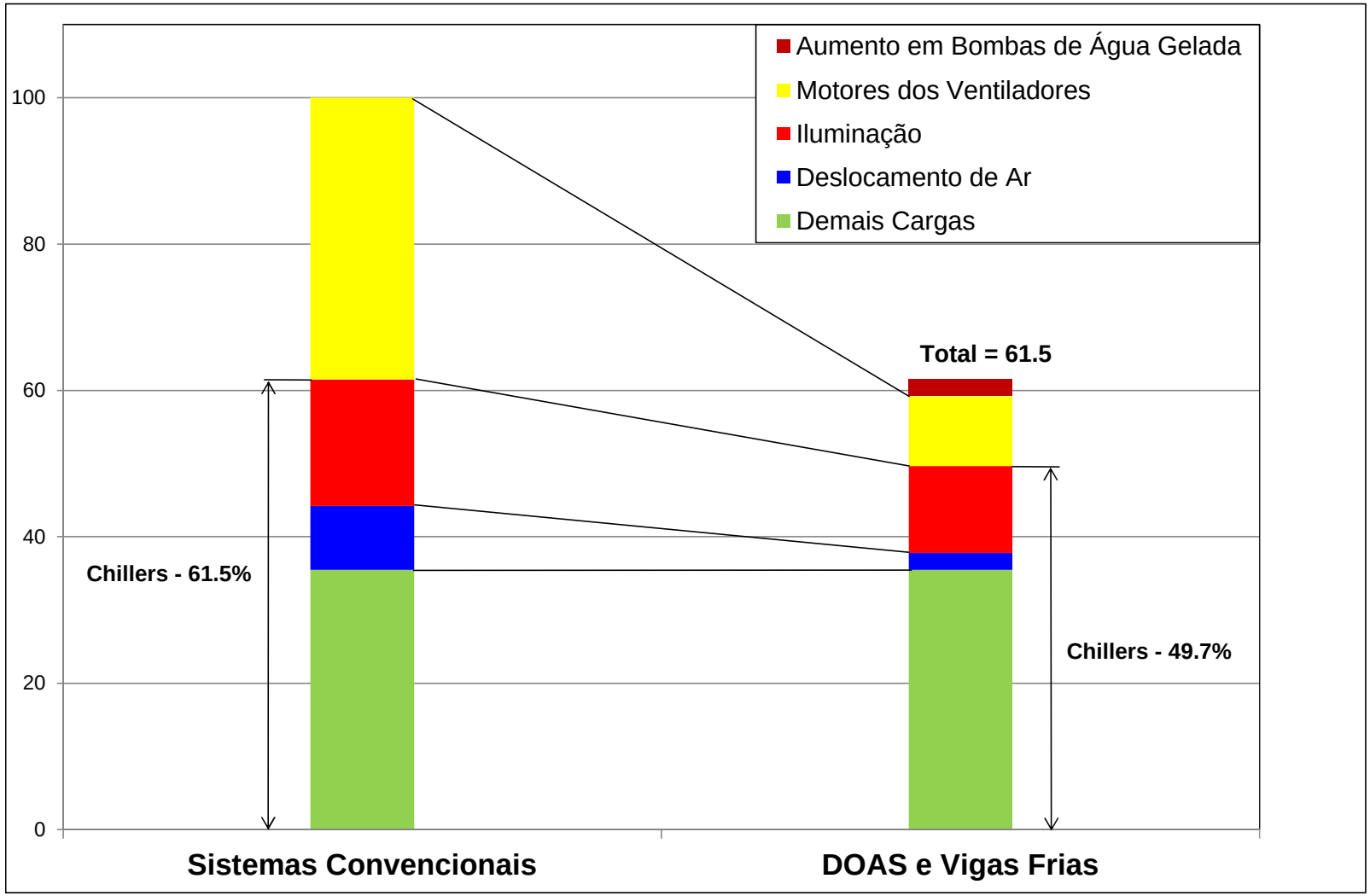
- VRF – Condensação à água
- DOAS com roda entálpica e self de condensação à água.
- Cargas - 74% Sensível/ 26% Latente (Simulação)
- Setpoint Ambiente = 24°C +/- 1°C
- Temp. na saída da serpentina – VRF = 17.5°C
- Tss-DOAS = 16.5°C
- UR - Zonas Térmicas - Inverno = 51% / Verão = 67% (Simulação)
- Carga Térmica - Simulação = 1550 ton (33.5 m²/ton)
- Carga Térmica - Projetista = 2564 ton (20.2m²/ton)

Fonte: Letícia Neves/ Edson Kurotsu - CTE

Análise Comparativa
Simulação x Default

		Simulação - 31 m²/ton	Default - 20m²/ton
Área Climatizada	m²	36000	36000
Qtde Pav		25	25
Carga Térmica Total	**ton**	**1161**	**1800**
Carga Térmica/Pav.	ton	46	72
Capacidade Total - CAG	ton	1600	1800
Qtde Chillers		**4 x 400 ton**	**3 x 600 ton**
DOAS		Sim	Sim
DOAS + Chiller Dedicado		Sim	Não
Chillers em Serie		Sim	Não
SP Chillers Normais	ºC	13.0 / 10.0	6.7
SP Chiller DOAS	ºC	5.0	6.7
Condicionadores de Ar		Vigas Frias+Fan-Coils	Fan-Coils
Referência - Eficiência		ASHRAE 90.1-2013	ASHRAE 90.1-2013
COP Instalação		**5.19**	**3.91**
Eficiência	**kW/ton**	**0.677**	**0.900**

Análise Comparativa
Simulação x Default



Base de Estudo: ASHRAE Journal

Análise Comparativa
Simulação x Default

		Simulação - 31 m²/ton	**Default - 20m²/ton**
Custo Instalação HVAC	R$/ton	12,000.00	8,000.00
Custo Instalação HVAC	R$	13,932,000.00	14,400,000.00
Custo Condicionadores	R$	874,000.00	900,000.00
Custo Chillers	R$	3,840,000.00	4,320,000.00
Custo Bombas + Torres	R$	581,000.00	1,440,000.00
Custo Total Equipamentos Principais	R$	5,295,000.00	6,660,000.00

Fatores que afetam a eficiência operacional, mesmo em edifícios com um bom projeto:

- Comissionamento mal executado.
- Alterações no conceito original do projeto (BoD).
- Complexidade dos Sistemas.
- Construção com baixa qualidade.
- Componentes baratos e não confiáveis.
- Controles programados de forma ineficiente ou incorreta.
- Operação ruim.
- Usuários ruins (ex: temperatura ambiente = 19ºC).

Fatores REAIS não considerados na simulação ou pelo projeto e construção

- Sistema com muitas limitações para manutenção.
- Sistema muito difícil de se operar razoavelmente.
- Equipamento ruim/ Projeto ruim.
- Superdimensionamento de equipamentos e sistemas.
- Sensores mal instalados/ descalibrados.
- Zoneamento ruim e inexistência de reaquecimento.

Exemplo - Distribuição de ar

4 pavimentos de escritório em um edifício localizado em área nobre.

Após um ano de ocupação:

- Problemas de controle de temperatura e de ruído;
- A equipe de operação do condomínio não identifica nenhum problema no sistema;
- A equipe de operação do cliente é composta por um técnico, porem não tem treinamento especifico para operar o sistema, portanto não tem condições de identificar as causas.

Após um ano de operação

- O instalador informa que a instalação foi entregue sem problemas, e que falta manutenção;
- O cliente acionou juridicamente o instalador;
- A avaliação da instalação tem por objetivo identificar as causas do péssimo resultado de desempenho do sistema

ETIHAD

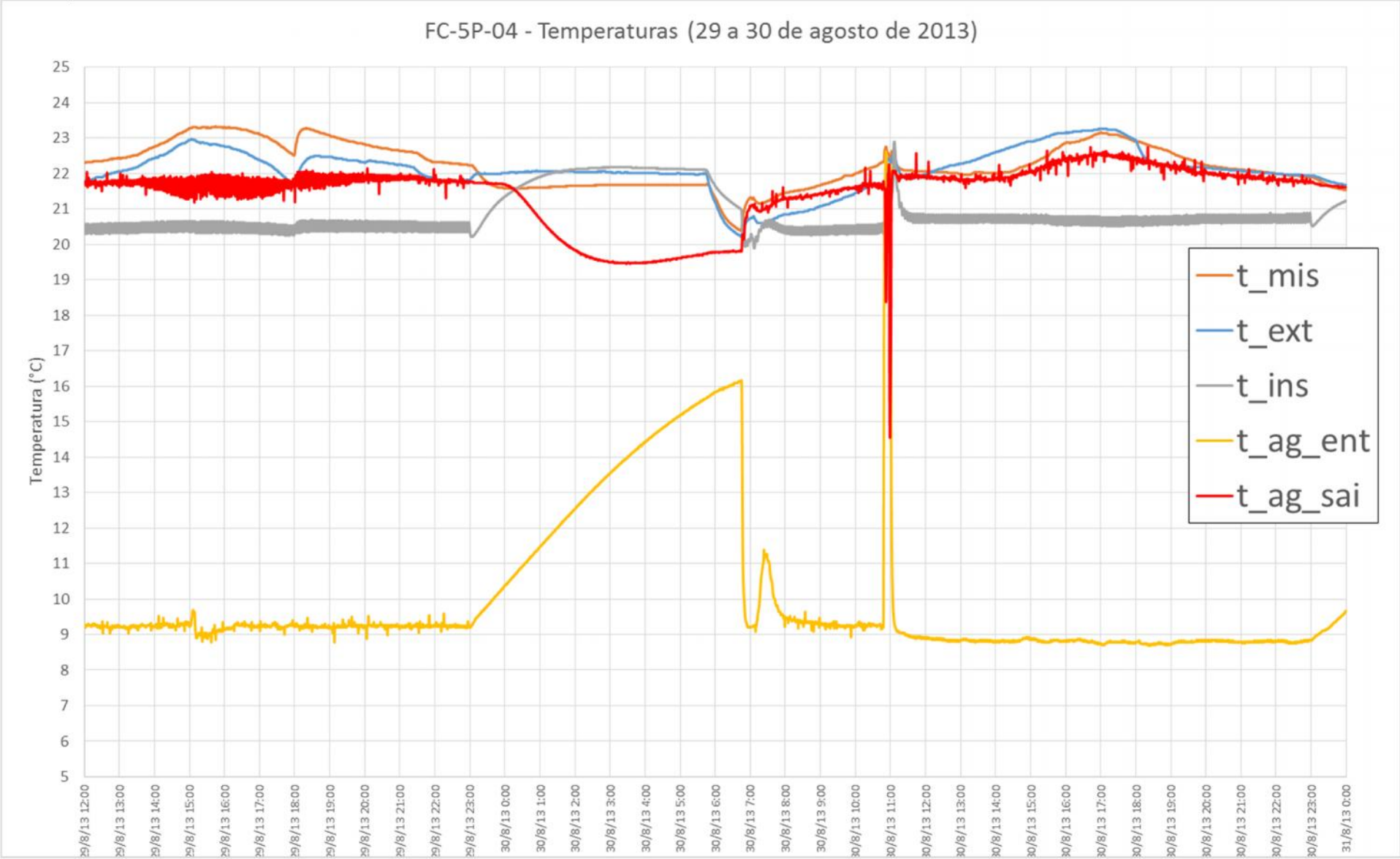
ETIHAD

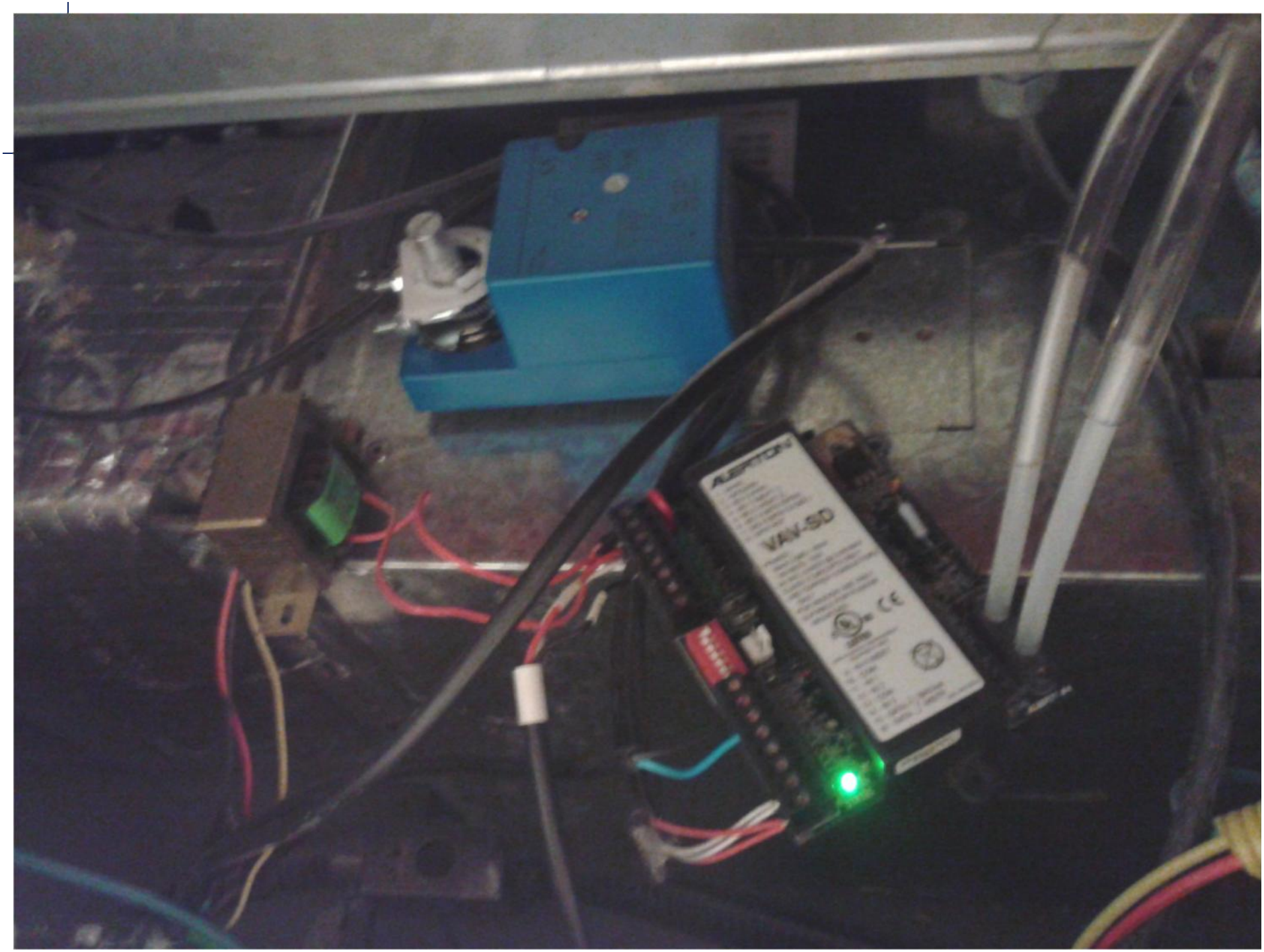
Sistema de ar condicionado é composto por:

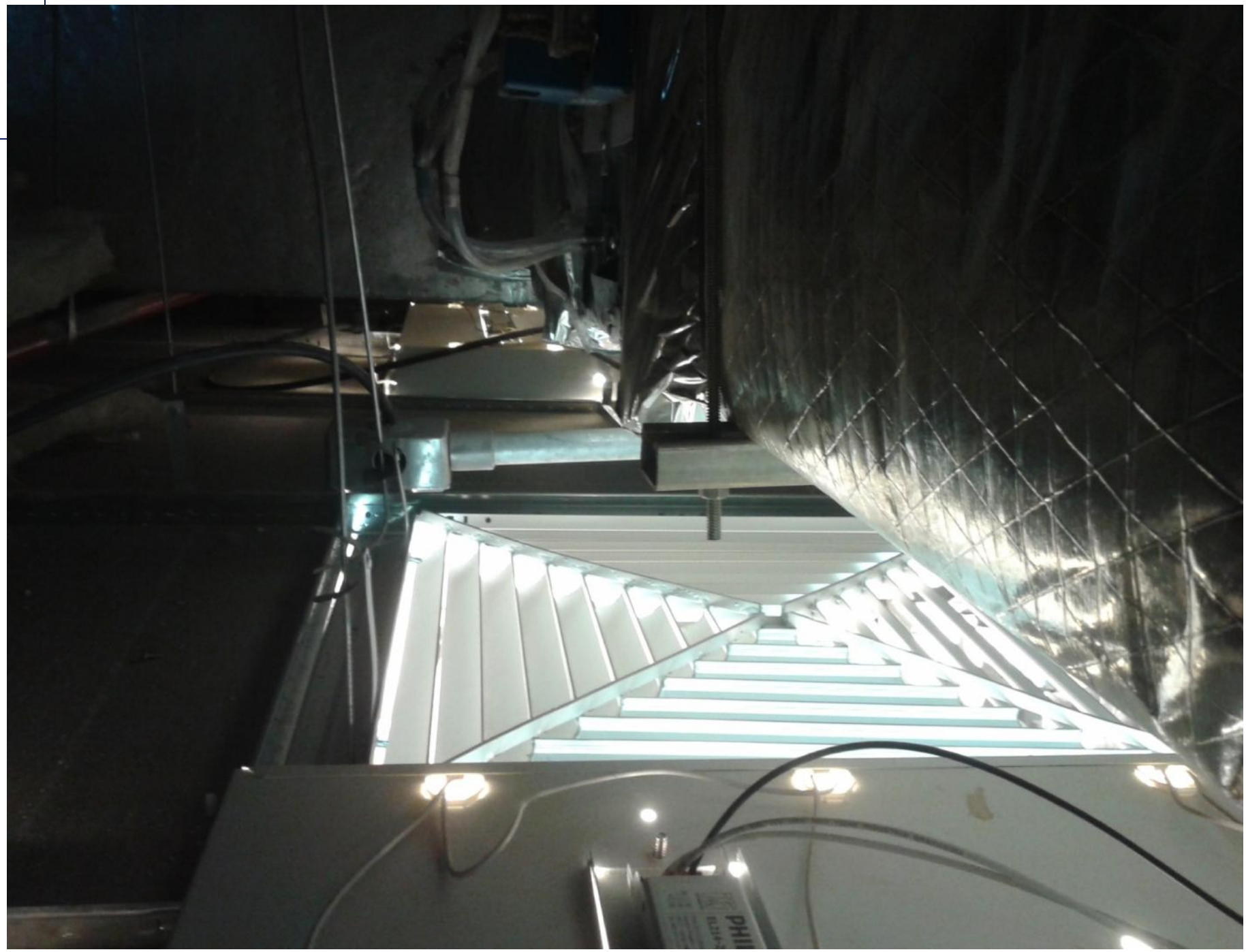
- 04 Condicionadores de ar (Fan coil);
- 10 Fancoletes;
- 68 caixas VAV;
- 700 difusores de insuflamento;
- 8 ventiladores.

Obs. Análise realizada em 2 pavimentos.

Resultados encontrados




VAV-SD



Resumo dos resultados

- Vazão de água gelada insuficiente (100%);
- Caixa VAV não opera corretamente (90%);
- Sensor de temperatura instalado em local diferente do atendido pela caixa VAV (50%);
- Caixa VAV sem acesso para manutenção (60%);
- Desbalanceamento da rede de dutos de insuflamento (90%);
- Dutos flexíveis desconectados das caixas de difusor (10%);
- Não respondem aos comandos de liga e desliga do sistema supervisório (15%)

Conclusões

- O sistema possui problemas relacionados a instalação, a operação e a falta de manutenção;
- Infelizmente este cenário está presente na maioria dos sistemas que verificamos;

War Stories
Sistemas de Água Gelada
Experiências com Sistemas de HVAC
7 com Certificação LEED Silver ou Gold

2 Data Centers

2 Hospitais

3 Edifícios Comerciais

1 Shopping Center

Resultados Principais

- Desempenho energético do sistema de HVAC, em média **25% abaixo** dos valores de projeto.
- Lógicas de controle incompletas.
- Sistema de automação parcialmente entregue.
- Set points alterados.
- Sistema em funcionamento (muitas horas) fora do horário de ocupação.
- Sensores mal posicionados/ descalibrados/ invertidos.
- Telas com gráficos de tendência desativadas.

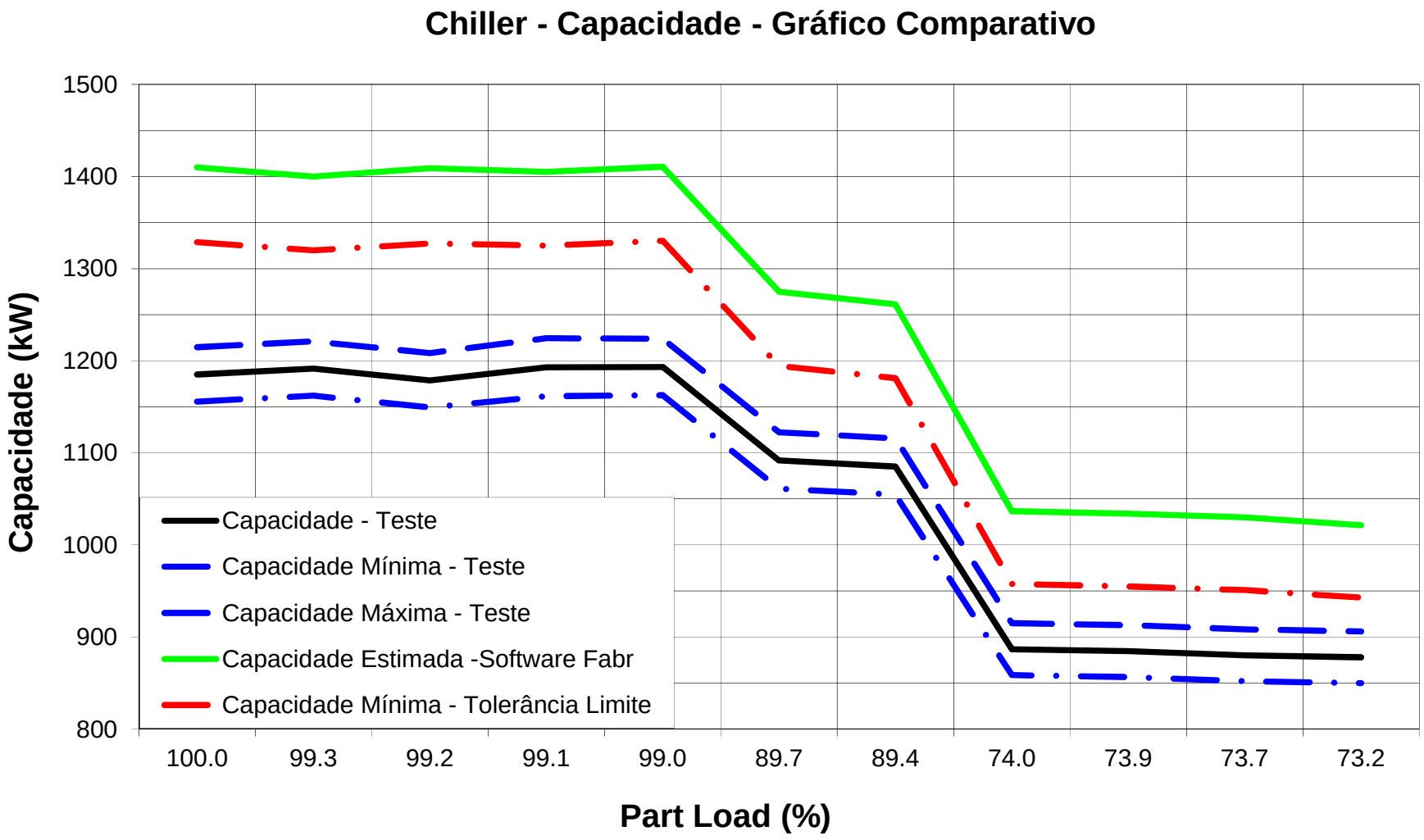
Resultados Principais

- Tomadas de ar externo fechadas.
- Ventiladores de ar externo desligados.
- Ciclos economizadores inoperantes.
- Chillers com baixa carga de fluido refrigerante.
- Inversores de frequência mal controlados. Motores operando com 60 Hz desnecessariamente.
- Circuito secundário com vazão superior ao circuito primário.
- Torres de resfriamento com controle inadequado, operando com 29.5ºC, mesmo no inverno em SP.

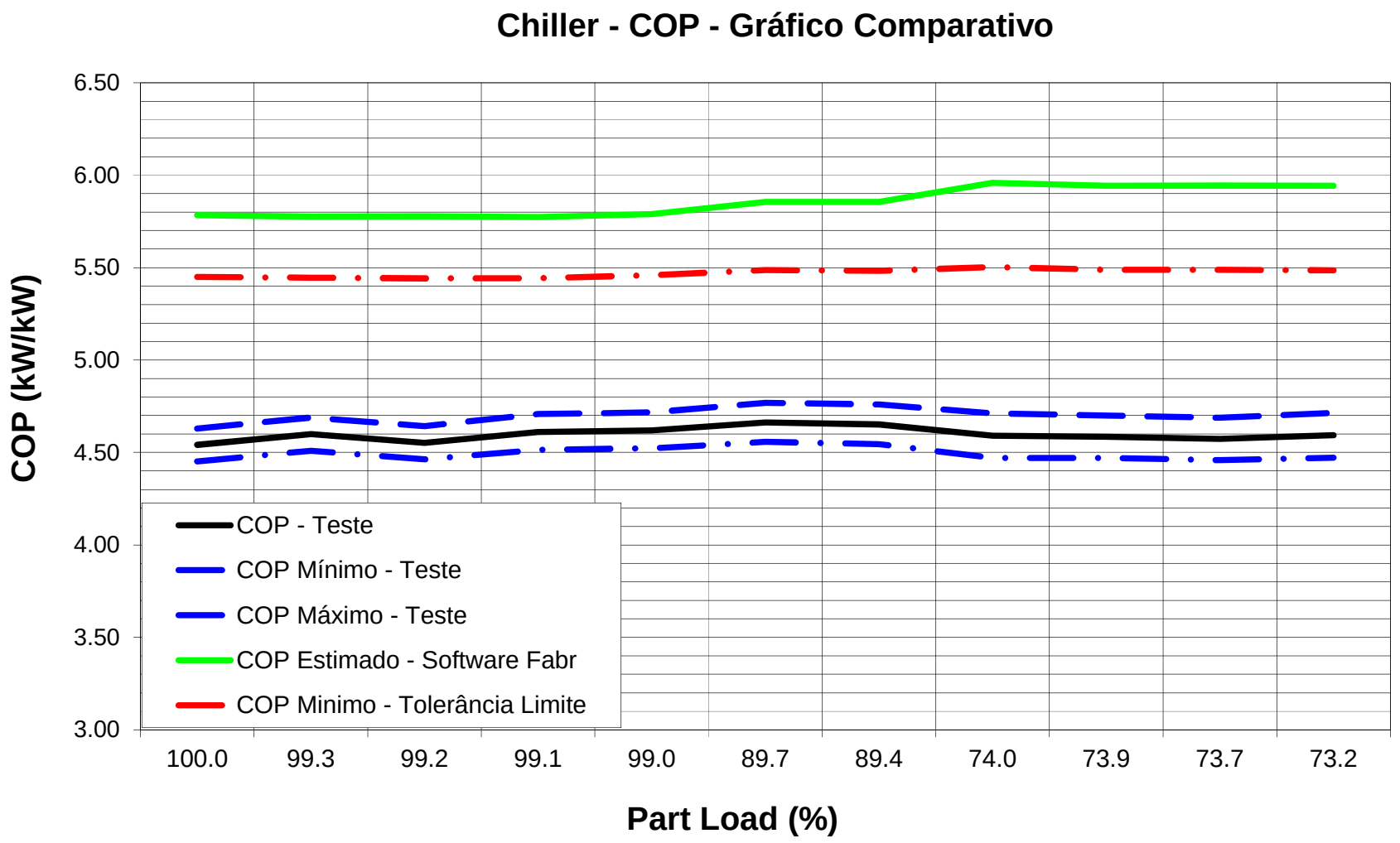
Resultados Principais

- Erros de Projeto.
- Erros de Instalação.
- Empresas de manutenção desconhecem requisitos de operação e eficiência dos equipamentos.
- Operadores sem treinamento adequado e sem conhecimento técnico para operar o sistema.
- Operadores desconhecem os Manuais dos Sistemas.
- Reclamações quanto ao conforto térmico.
- Difusores de insuflamento bloqueados.
- Usuários requerem operação manual do ar condicionado.

Teste de Chillers
ASHRAE Standard 30-1995



Teste de Chillers
ASHRAE Standard 30-1995



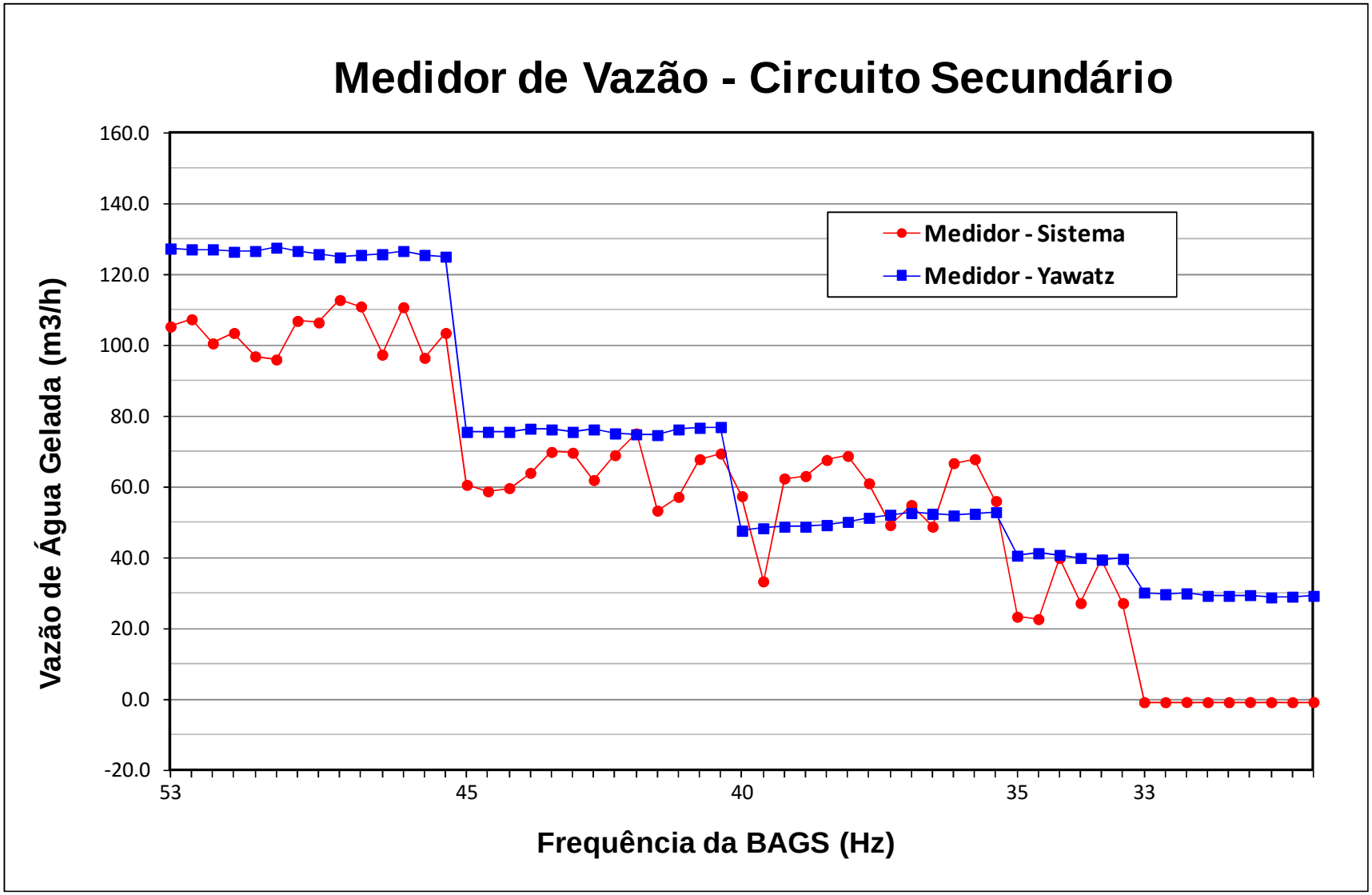
O “Santo BMS” e a Confiabilidade dos Dados Verificados nas Telas.

Prédio	Vazão BMS	Capacidade BMS
	(m³/h)	(ton)
01	750	719.2
02	503	998.0
03	389	283.0
04	431	826.7
05	287	256.5
Total - SEC	2360	3083.2
Total - PRI	1350	1339.3

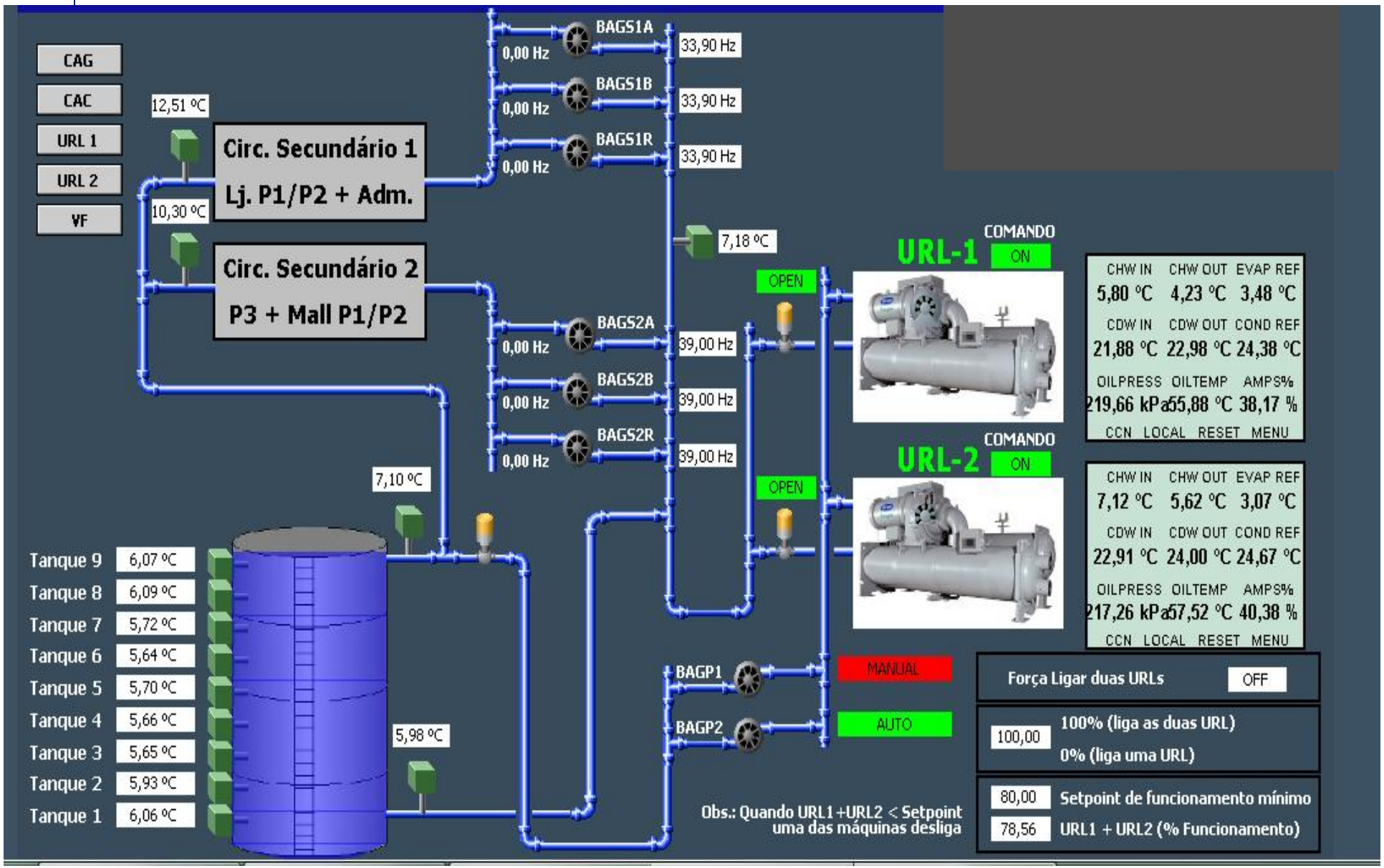
O “Santo BMS” e a Confiabilidade dos Dados Verificados nas Telas.

Prédio	Vazão BMS	Capacidade BMS	Vazão YWZ	Capacidade YWZ
	(m^3/h)	(ton)	(m^3/h)	(ton)
01	750	719.2	53	50.8
02	503	998.0	189	375.0
03	389	283.0	359	261.2
04	431	826.7	229	439.2
05	287	256.5	141	125.9
Total - SEC	2360	3083.2	971	1251.1
Total - PRI	1350	1339.3	1235	1225.2

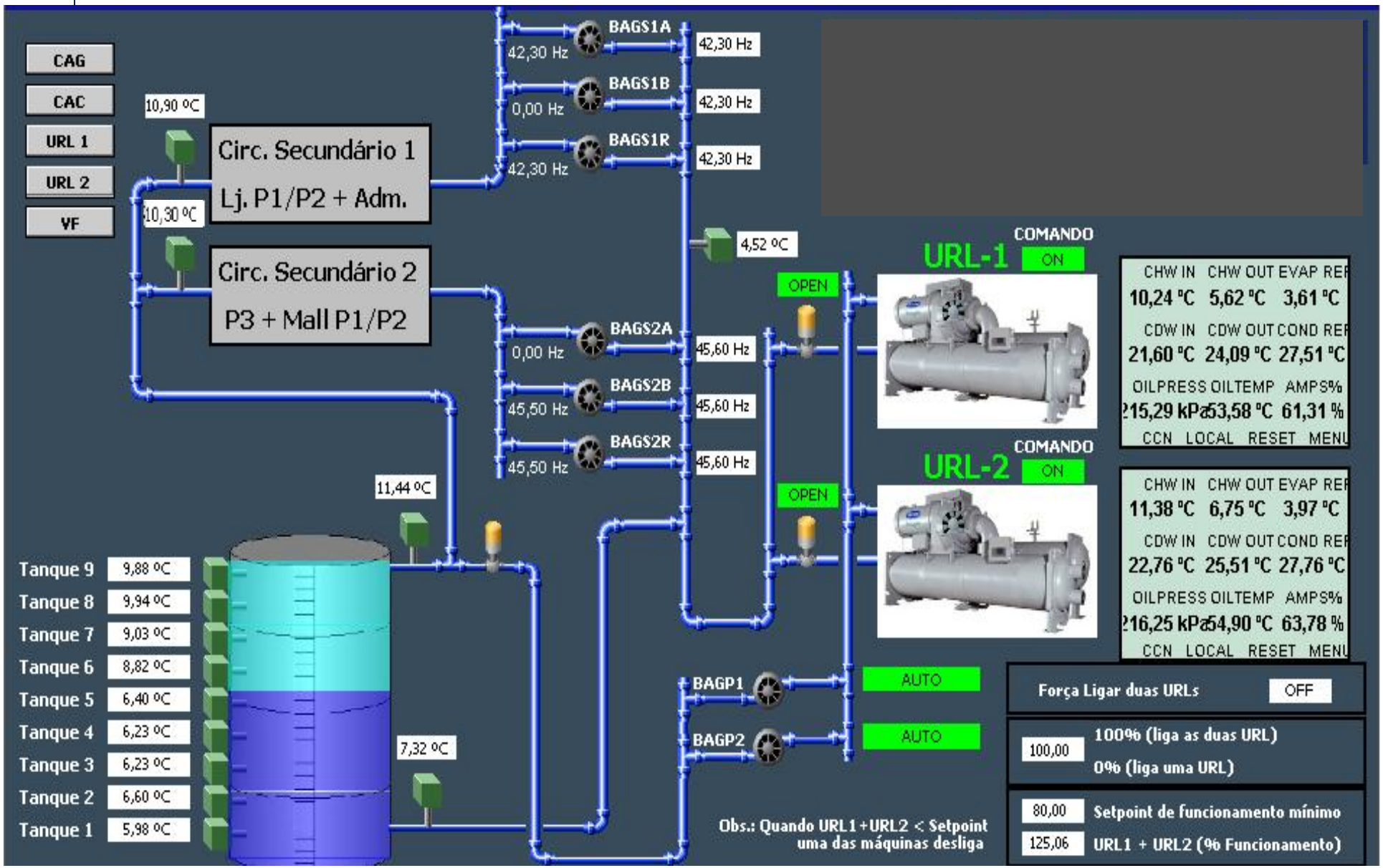
Medidor de Vazão tipo Hélice (Paddle)



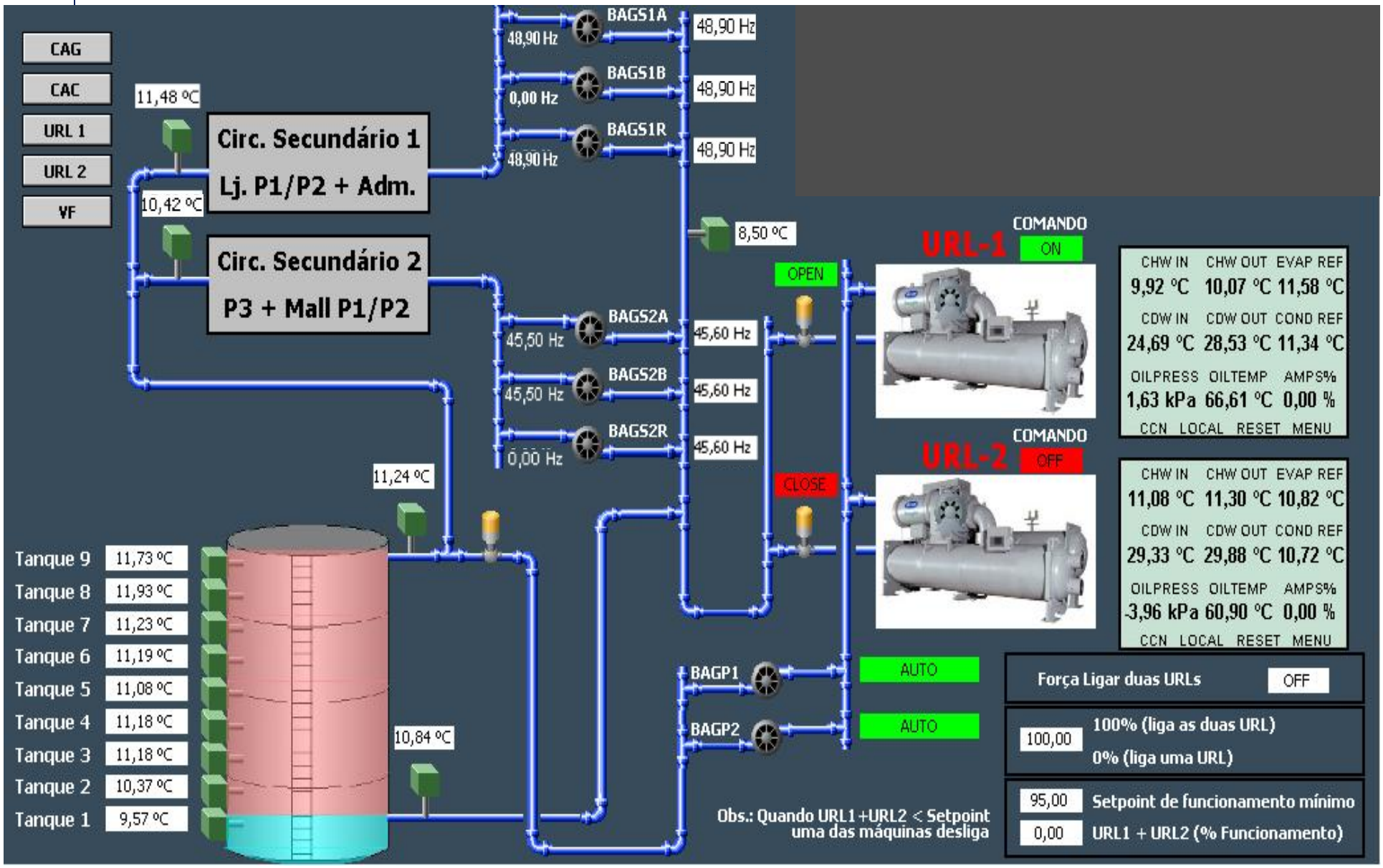
Tanque de Termoacumulação de Água Gelada – 05:00



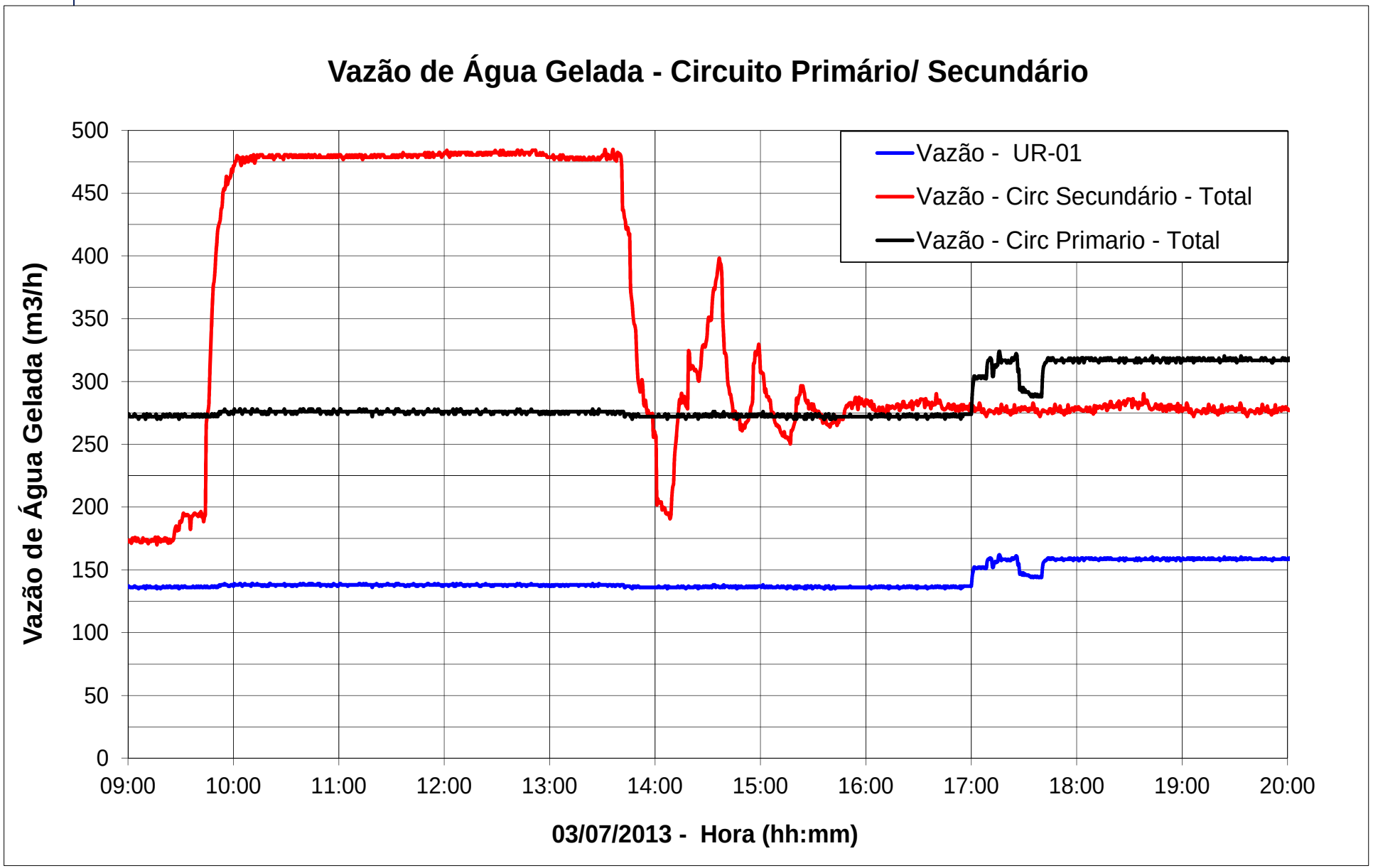
Tanque de Termoacumulação de Água Gelada – 10:30



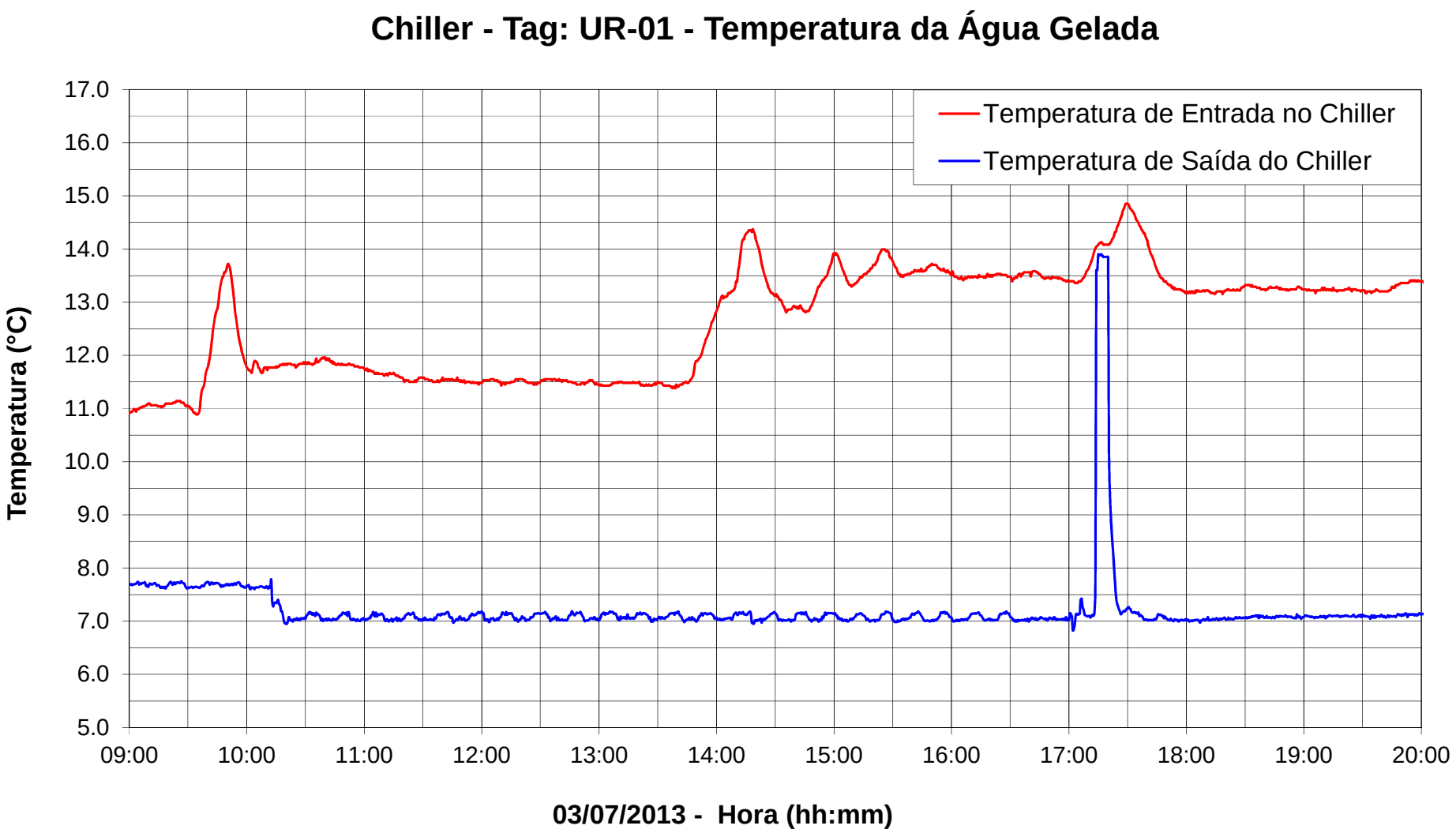
Tanque de Termoacumulação de Água Gelada – 17:30



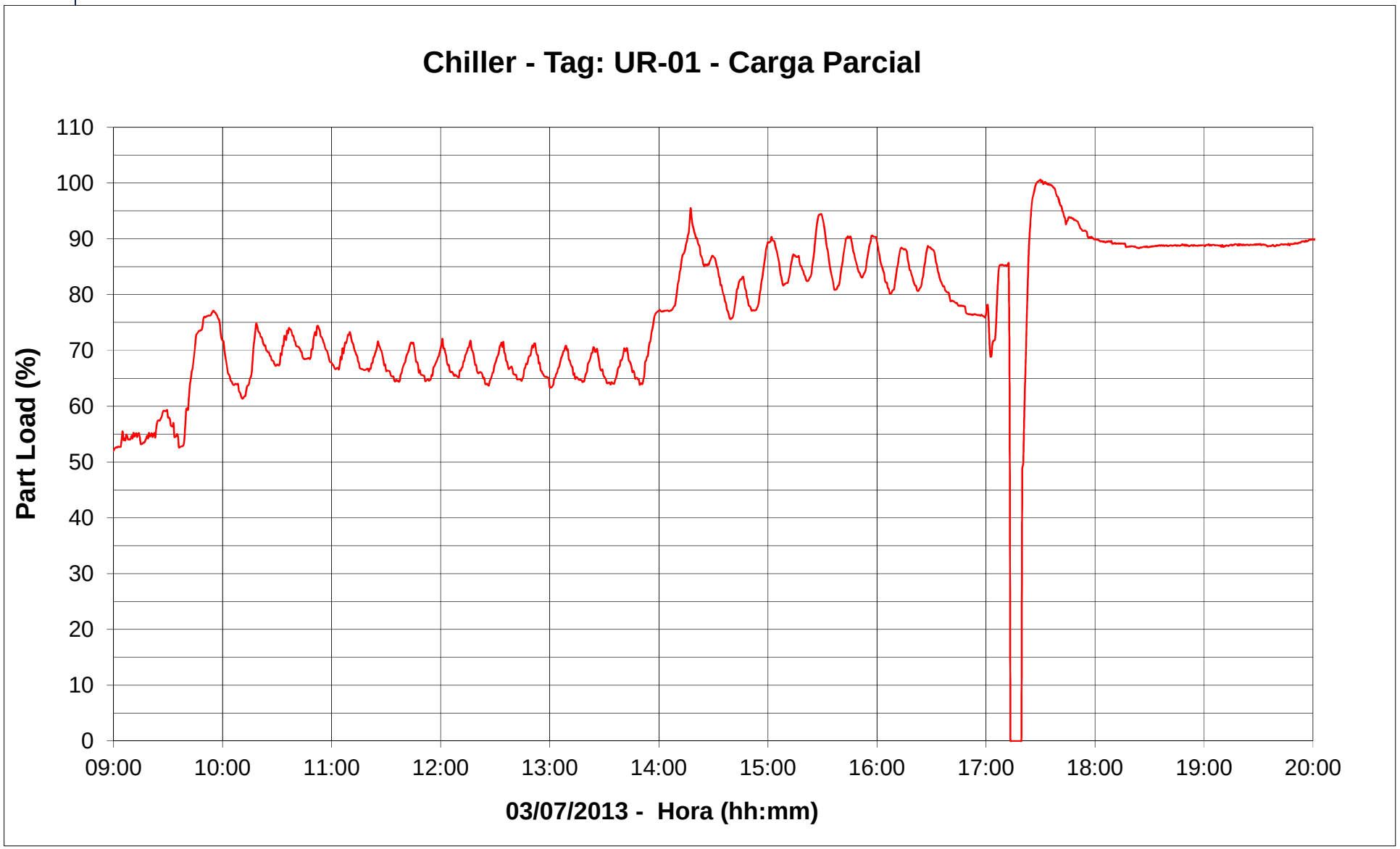
Tanque de Termoacumulação de Água Gelada



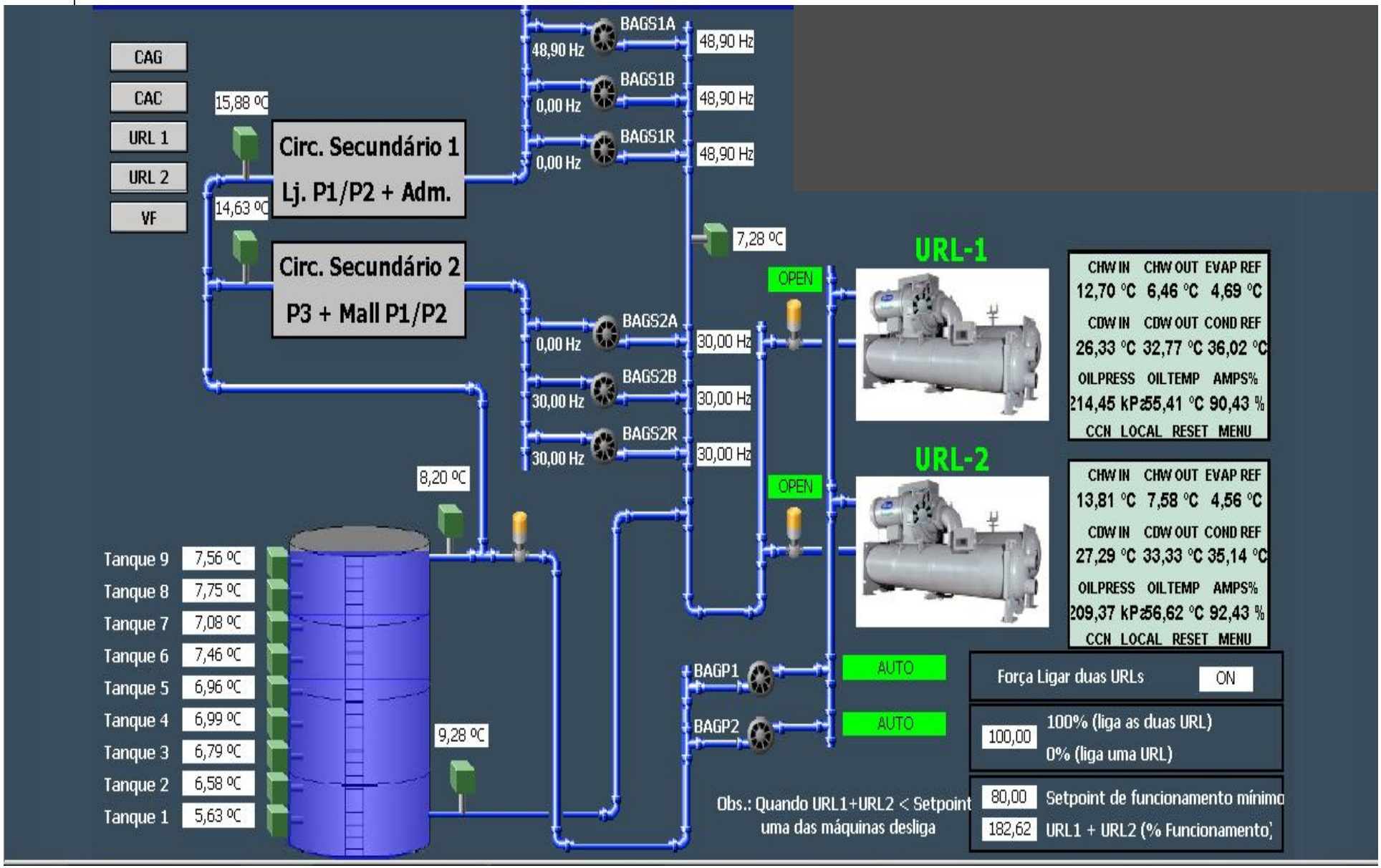
Tanque de Termoacumulação de Água Gelada



Tanque de Termoacumulação de Água Gelada



Tanque de Termoacumulação de Água Gelada – 17:00



"That's all Folks!"

Obrigado

Engº Maurício Salomão Rodrigues
Somar Engenharia
(11)3763.6964
msr@somar-eng.com.br

Obrigado

Leonilton Tomaz Cleto

Tel.: + (55) - 11 3567 3977

Cel.: + (55) - 11 991 939 797

e-mail: tomazcleto@yawatz.com.br

Yawatz Engenharia Ltda

Soluções em Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado

SISTEMAS DE ÁGUA GELADA

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs
Projeto para o Gerenciamento de Chillers

Apoio Institucional:

ASHRAE Brasil Chapter

ABRAVA
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO

ABESCO
Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

ABRAFAC
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE *FACILITIES*

ANPRAC
Associação Nacional dos Profissionais de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

ASBRAV
Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL
GBC BRASIL

BCxA Building Commissioning Association
BRASIL CHAPTER

SINDRATAR-RJ

Execução

SOMAR

Implementação

PNUD
Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.

Realização

Ministério do Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA