



**COBEE/2019**

**Congresso Brasileiro de  
Eficiência Energética**

**19 e 20 de agosto de 2019**

Centro de Convenções Frei Caneca  
São Paulo - SP - Brasil



# **VISÃO MERCADOLÓGICA SOBRE INOVAÇÕES OBJETIVANDO METAS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SISTEMAS DE AR CONDICIONADO**

Leonilton Tomaz Cleto

Ex-Vice-Presidente de Eficiência Energética /

Atual Diretor de Tecnologia – ABRAVA

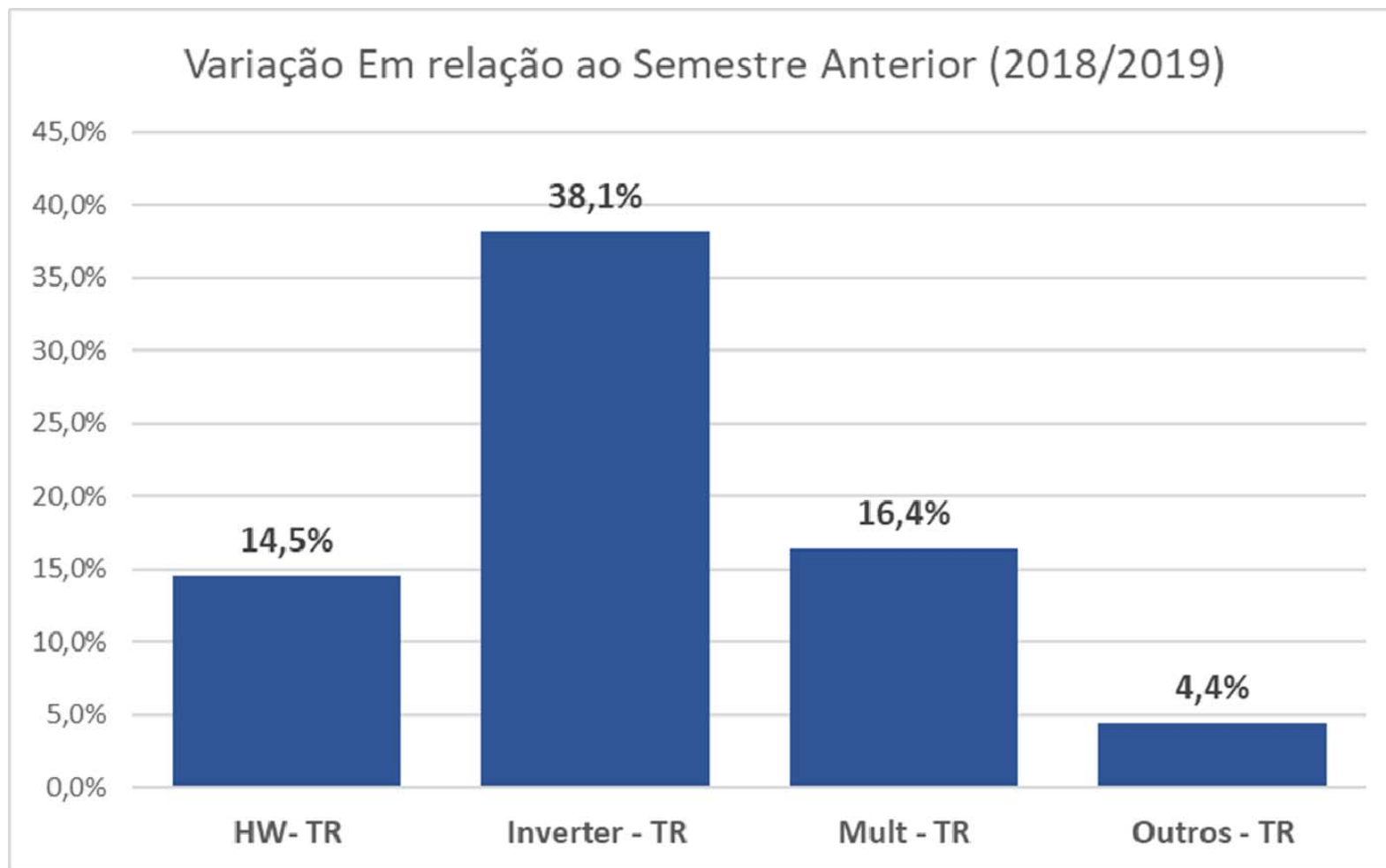
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO,  
VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO

São Paulo – 20/08/2019

# **CENÁRIO ATUAL DO MERCADO**

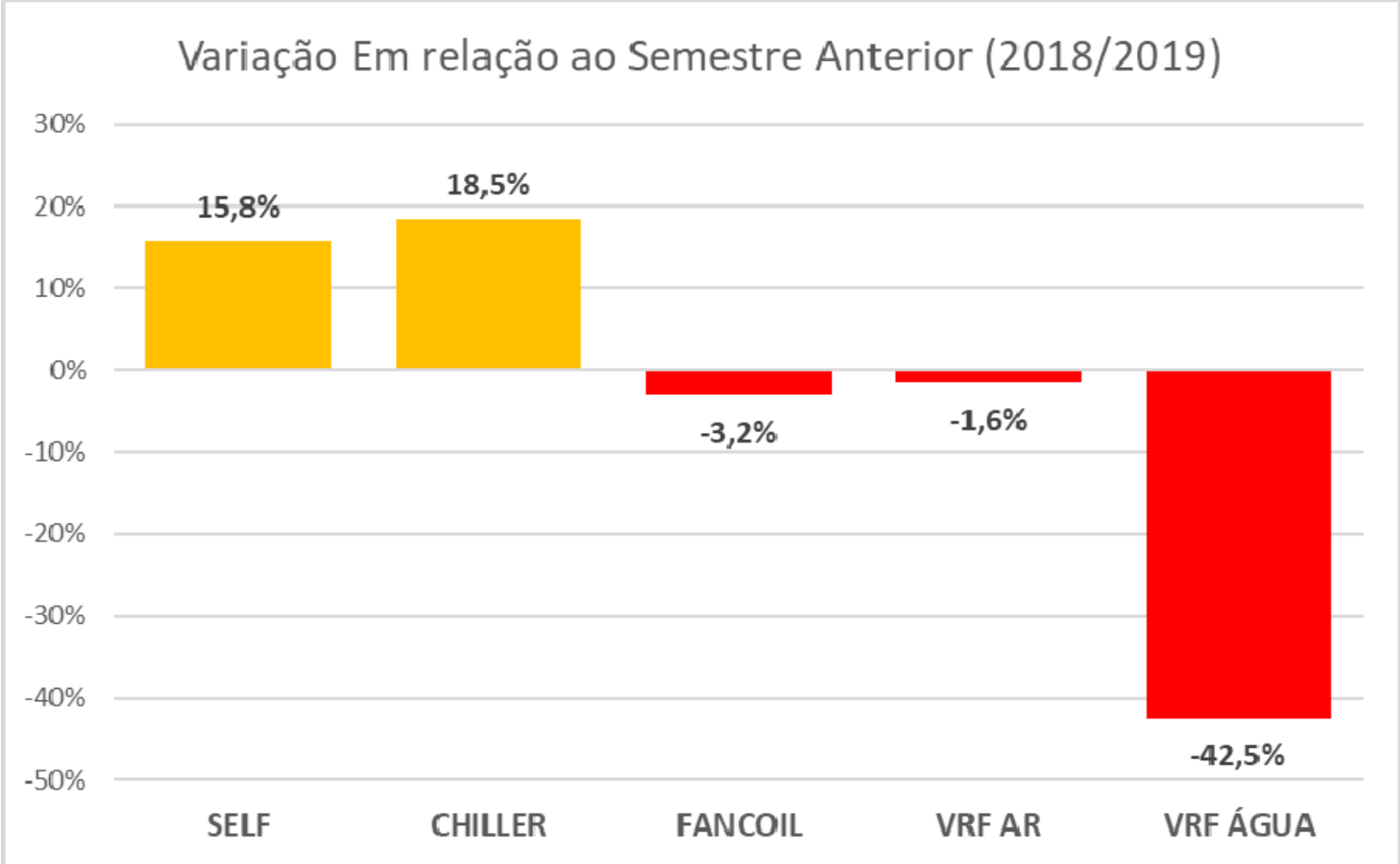
2018 - 2019

# Dados ABRAVA – Crescimento Expressivo no Semestre (ton) Equipamentos Unitários



Fonte: ABRAVA – 06/2019

# Dados ABRAVA – Crescimento Expressivo no Semestre (ton) Equipamentos para Sistemas Centrais



Fonte: ABRAVA – 06/2019

# **SISTEMAS EXISTENTES**

RETROFIT

VS

RETROCOMISSIONAMENTO

## Fatores que afetam a eficiência operacional, mesmo em edifícios com Equipamentos Eficientes



- Projeto pobre (Feijão com Arroz).
- Alterações no conceito original do projeto durante a instalação.
- Comissionamento mal executado ( ou não realizado).
- Complexidade dos sistemas.
- Construção com baixa qualidade.
- Sistema de Automação com projeto inadequado.
- Sensores de campo inadequados.
- Controles programados de forma ineficiente ou incorreta.
- Operação ruim.
- Usuários ruins (ex: temperatura ambiente < 21°C).

# Problemas Comuns nas Instalações



Partindo da premissa (improvável) de que as instalações estavam em ótimas condições de funcionamento quando entregues aos usuários, os Edifícios não rendem o desempenho esperado porque...

# Problemas Comuns nas Instalações



Os Edifícios não rendem o desempenho esperado porque...

- | Há Perda de Informações desde o Projeto até a Operação.
- | Operadores Recebem Documentação Insuficiente.
- | Os Edifícios são mais Complexos (BMS, VFDs, VAVs, etc.).
- | Falta de Treinamento à Equipe de Operação.
- | Operadores Gastam Mais Tempo “Tentando” Minimizar as Reclamações.



# Problemas Comuns nas Instalações



Os Edifícios não rendem o desempenho esperado porque...

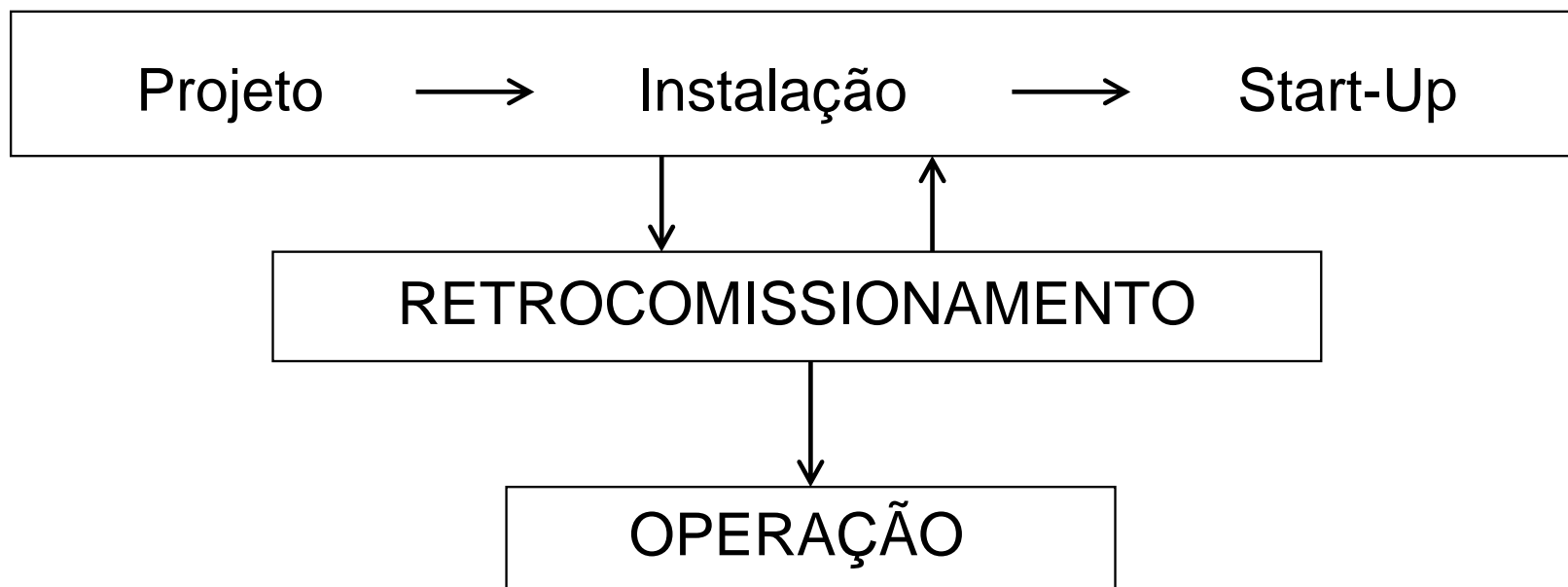
- | A empresa que instalou o AVAC não foi a mesma que forneceu o sistema de controle e o TAB foi contratado junto com a instalação do AVAC.
- | Automação Incompleta quando Comparada com a Concepção do Projeto :
  - Equipamentos Operando Desnecessariamente.
  - Chillers não Integrados à Automação.
  - Sensores e VAVs Não Aferidos Fisicamente.
  - Lógicas Padrões Não Otimizadas Para Aquele Edifício.

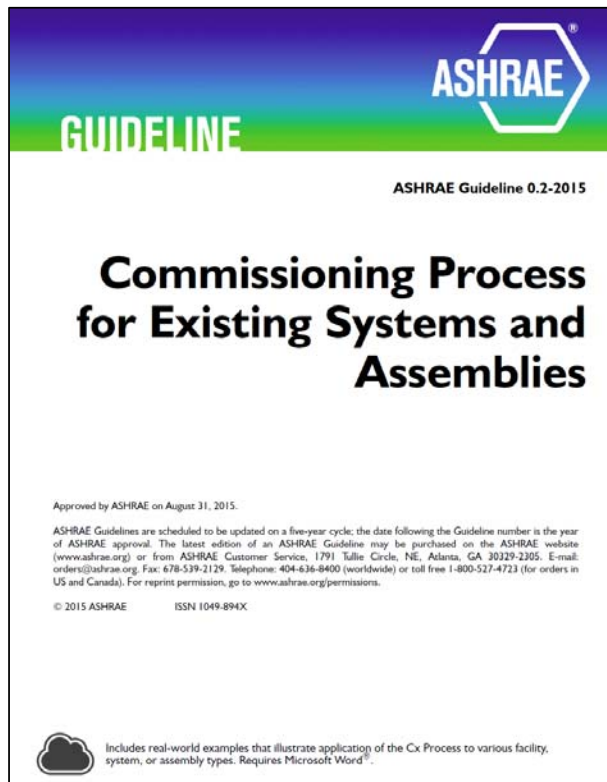
# Sistemas de Controle e o Baixo Desempenho dos Sistemas de Ar Condicionado



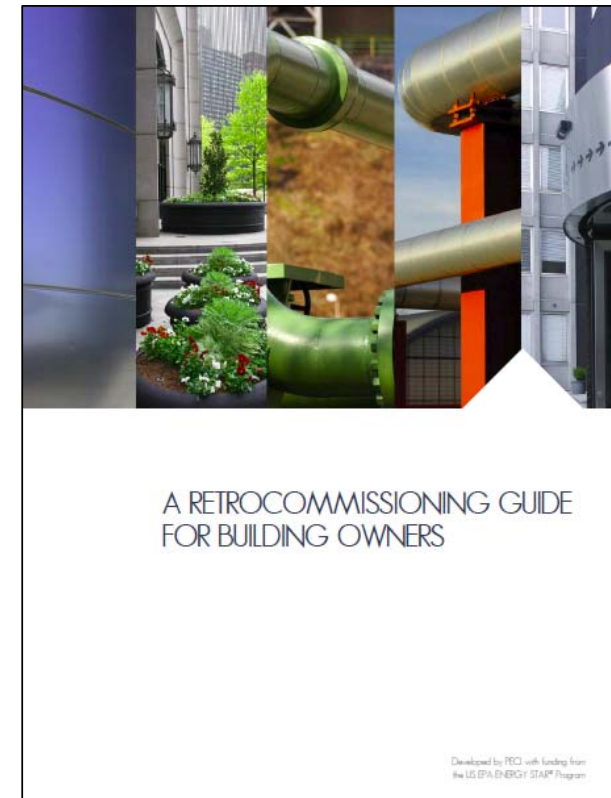
Sistemas de controle e monitoramento mal aplicados, com lógicas incompletas, sem instrumentação de campo apropriada e muitas vezes mal instalada, além de equipes de operação sem qualificação são as principais causas do baixo desempenho de um sistema de ar condicionado de alta eficiência.

# PROCESSO DE RETROCOMISSIONAMENTO EM EDIFÍCIOS EXISTENTES

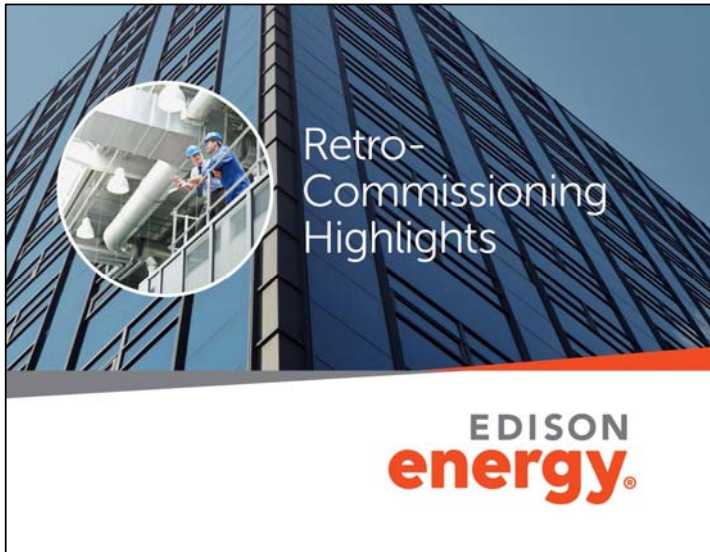





[www.ashrae.org/standards-research--  
technology/standards--guidelines](http://www.ashrae.org/standards-research--technology/standards--guidelines)



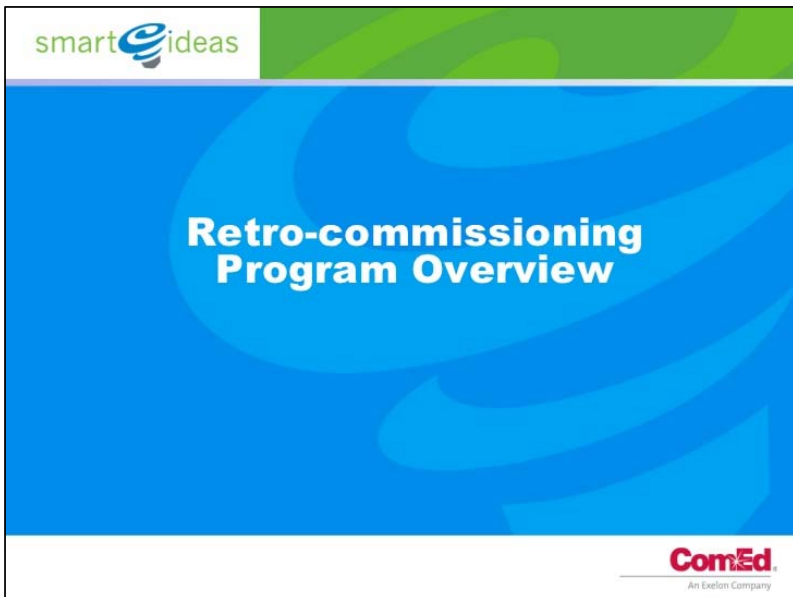
[www.peci.org/sites/default/files/epaguide\\_0.pdf](http://www.peci.org/sites/default/files/epaguide_0.pdf)



Retro-Commissioning Highlights





Click to learn more about retro commissioning rebates

smart ideas


Retro-commissioning Program Overview



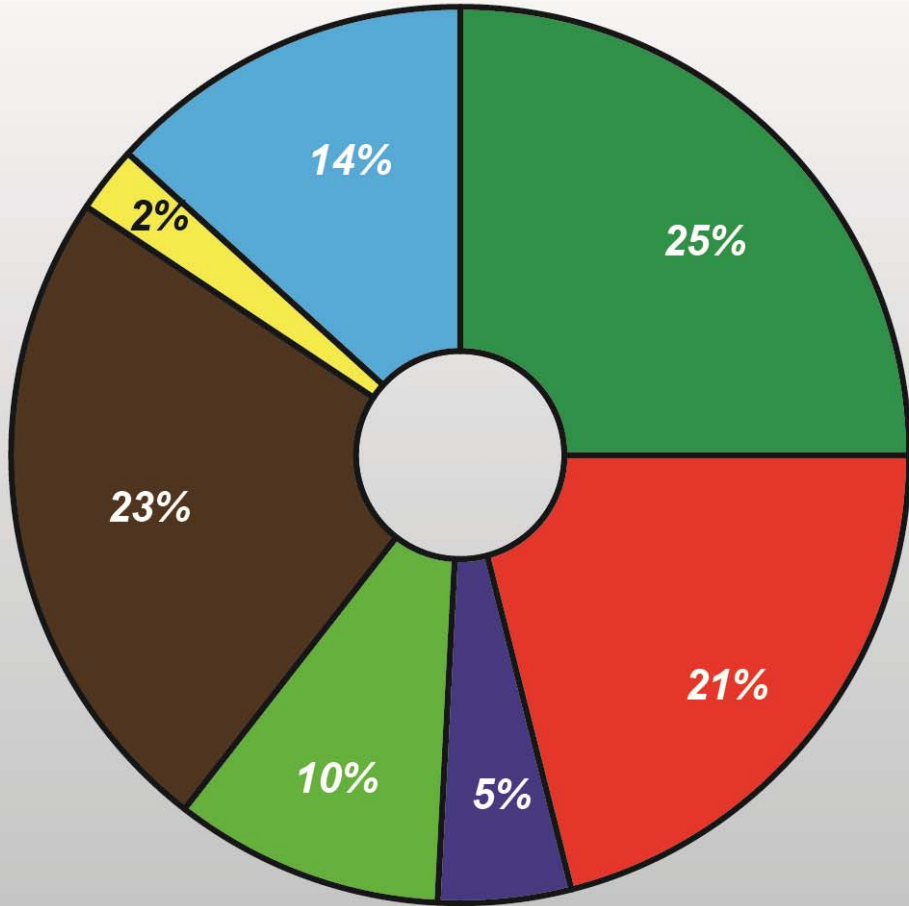

DCEO ILLINOIS ENERGY NOW

**ENERGY ASSESSMENTS, RETRO-COMMISSIONING AND TECHNICAL SUPPORT**

Eileen Westervelt | PE | CEM  
 SEDAC, Program Director, Retro-Commissioning

# Impactos Não Energéticos das Melhorias em Sistemas de Ar Condicionado, Resultantes dos Processos de Retrocomissionamento



- Conforto Térmico - 25%
- Qualidade do Ar - 21%
- Produtividade dos Usuários - 5%
- Problemas de Garantia - 10%
- Vida Útil dos Equipamentos - 23%
- Confiabilidade - 2%
- Outros - 14%

29 Projetos - 97 Melhorias  
Estudos realizados pelo LBNL e PECCI - USA - 2011

## Alguns Resultados “Energéticos”

- Shopping Center – Cuiabá – 7 anos em Operação
  - Aumento de eficiência energética do sistema de ar condicionado em 20%.
  - Evitou-se um investimento de R\$ 2,0 Mi em Chillers adicionais.
- Complexo Hospitalar – São Paulo – 2 anos em Operação
  - Aumento de eficiência energética do sistema de ar condicionado em 15%.
  - Redução da demanda total do complexo em 10%.
  - Investimento sob o PEE (ANEEL) → RCB= 0.33.

## Alguns Resultados “Energéticos”

- Operadora de Canal de TV (incluindo Data Center) – Rio de Janeiro  
3 anos em Operação
  - Aumento de eficiência energética do sistema de ar condicionado em 15%.
  - Redução da demanda na ponta em 30%.
- Edifício Corporativo – São Paulo – 7 anos em Operação
  - Aumento de eficiência energética do sistema de ar condicionado em 35%.
  - Redução da demanda total do complexo em 15%.



## Retrofit/Retrocomissionamento – Conclusões



- Os projetos antigos (e até mesmo muitos projetos novos) não foram concebidos com ênfase na otimização e sim em equipamentos eficientes (para a época).
- Projetos de Sistemas eficientes trazem muito mais resultados que apenas equipamentos eficientes em projetos “Feijão com Arroz”.
- Com projetos eficientes é possível otimizar a operação.
- Projetos “Feijão com Arroz” certamente necessitarão de Retrocomissionamento e correções.

# CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS PBE EDIFICA

INMETRO/ CB3E/ ABRAVA

# PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

## Carga Térmica Real x Regra do Dedão – 20 m<sup>2</sup>/ton



Ano	m <sup>2</sup> /ton	m <sup>2</sup> /kW
Típico nos anos 80	29	8,2
Versão 1989	35	10,0
Versão 1999	40	11,5
Versão 2010	62	17,7

Fonte: Bruning, S. – Load Calculation Spreadsheets – Quick Answers without Relying on Rules of Thumb  
ASHRAE Journal, Vol. 54 no. 1, pp 40 – 46 – 01/2012

# PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

## SPLV – Sistema “Feijão com Arroz”



Chillers					
Qtde	%Q <sub>CH</sub>	Temp. Entrada Água Resf.	COP	W <sub>Total</sub>	SPLV <sub>CHILLERS</sub>
		°C		kW	
2	100.0%	28.8	7.479	475.6	<b>9.844</b>
2	75.0%	24.6	9.779	272.8	
1	100.0%	23.0	10.377	171.4	
1	50.0%	16.5	12.437	71.5	

CAG - Total				
% Carga Térmica	W <sub>Total-Chillers</sub>	W <sub>Total-CAG</sub>	COP <sub>Total-CAG</sub>	SPLV <sub>CAG</sub>
	kW	kW		
100%	475.6	660.1	5.389	<b>6.360</b>
75%	272.8	430.4	6.198	
50%	171.4	253.4	7.017	
25%	71.5	144.9	6.139	

Sistema de Ar Condicionado - Total				
% Carga Térmica	W <sub>Total-CAG</sub>	W <sub>Total-AC</sub>	COP <sub>Total-AC</sub>	SPLV <sub>AC</sub>
	kW	kW		
100%	660.1	822.3	4.325	<b>5.130</b>
75%	430.4	533.3	5.002	
50%	253.4	313.9	5.667	
25%	144.9	180.2	4.935	

# PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

## Sistema Eficiente – Approach nas Torres= 5.5°C



Chillers

Qtde	%Q <sub>CH</sub>	Temp. Entrada Água Resf.	COP	W <sub>Total</sub>	SPLV <sub>CHILLERS</sub>
		°C		kW	
2	100.0%	28.8	7.479	475.6	<b>9.844</b>
2	75.0%	24.6	9.779	272.8	
1	100.0%	23.0	10.377	171.4	
1	50.0%	16.5	12.437	71.5	

CAG - Total

% Carga Térmica	W <sub>Total-Chillers</sub>	W <sub>Total-CAG</sub>	COP <sub>Total-CAG</sub>	SPLV
	kW	kW		
100%	475.6	563.1	6.317	<b>8.158</b>
75%	272.8	333.2	8.007	
50%	171.4	202.4	8.785	
25%	71.5	89.6	9.922	

Sistema de Ar Condicionado - Total

% Carga Térmica	W <sub>Total-CAG</sub>	W <sub>Total-AC</sub>	COP <sub>Total-AC</sub>	SPLV <sub>AC</sub>
	kW	kW		
100%	563.1	725.3	4.904	<b>6.235</b>
75%	333.2	436.1	6.117	
50%	202.4	262.9	6.766	
25%	89.6	125.0	7.116	

# PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

## Sistema Eficiente – Ciclo Economizador



Sistema de Ar Condicionado - Total				
% Carga Térmica	$W_{\text{Total-CAG}}$	$W_{\text{Total-AC}}$	$\text{COP}_{\text{Total-AC}}$	$\text{SPLV}_{\text{AC}}$
	kW	kW		
100%	549.1	711.3	5.000	<b>7.250</b>
75%	325.0	427.9	6.234	
50%	197.4	257.8	6.898	
25%	0.0	35.3	25.158	

# **Eficiência Energética em Sistemas de Ar Condicionado – PERSPECTIVAS**



**Está na hora de pararmos de  
brincar com eficiência  
energética...**

# Eficiência Energética em Sistemas de Ar Condicionado - PERSPECTIVAS



...além de  
Equipamentos Eficientes  
será necessário pensar em  
Projeto & Operação  
de **Sistemas** Eficientes





*"That's all Folks!"*

Tel.: + (55) - 11 3567 3977  
Cel.: + (55) - 11 991 939 797  
e-mail: [tomazcleto@yawatz.com.br](mailto:tomazcleto@yawatz.com.br)