



# **O Processo de Comissionamento dentro do Programa de Certificação LEED®**

**Leonilton Tomaz Cleto - Yawatz Engenharia**  
**Porto Alegre – RS – 10/11/2010**

# O Conceito de Sustentabilidade



O conceito de sustentabilidade em um empreendimento precisa ser visto e entendido como um “estado de espírito”, que exige antes de tudo uma mudança de mentalidade e uma nova cultura na concepção e implantação de um empreendimento.

# O Conceito de Sustentabilidade



## Sustentabilidade Requer uma Nova Cultura:

- Projetos integrados e comprometidos com a concepção .
- Projeto desde a concepção até a ocupação.
- Gerenciamento da implantação com foco não apenas na entrega, nem na qualidade da obra, mas com o foco no desempenho sustentável.
- O objetivo final deve ser a operação sustentável.

# O Conceito de Sustentabilidade e os Processos de Certificação



Item	Velhos Conceitos	Novos Conceitos
OPR e BoD	Documentos para o LEED® (mais papel gerado)	Definem todas as Diretrizes do Processo
Comissionamento	Após o Projeto Executivo. É a "pedra na bota" do projeto e da instalação.	Desde a Concepção. É a garantia de qualidade para se obter o desempenho
	Confundido com o TAB. Contrato pela Construtora.	O TAB é a parte final do Comissionamento. Contratado pelo cliente final.
Eficiência Energética	Focada em Equipamentos Eficientes. ASHRAE 90.1-2007/2010	Focada na Redução da Carga Térmica e na Concepção de Sistemas Eficientes
Simulação	Para ver "se passa ou não passa" (EA-PR01)	É "A" Ferramenta para Eficiência Energética. Auxilia OPR e BoD

# 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 paga a Simulação em 1 ano).
- Deve ser analisada pela equipe de projeto e pela autoridade comissionamento.

# O Conceito de Sustentabilidade e os Processos de Certificação



Item	Velhos Conceitos	Novos Conceitos
Definição do Ar Condicionado	Projetista - após a Arquitetura	Consultor - junto com a Arquitetura
Conceito do Sistema de AC	"Feijão com Arroz" Projeto "Copiar e Colar"	"Menu de Desgustação" O Melhor Projeto
Carga Térmica - Pico de Projeto	20 m <sup>2</sup> /ton	Simulação do Prédio (30; 40; 50 m <sup>2</sup> /ton)
Carga Térmica de Projeto	Janeiro	Simulação do Prédio Janeiro a Dezembro
Ar Condicionado Sustentável	LEED <sup>®</sup> ; Procel; (Eficiência Energética)	Eficiência Energética; Fluidos Refrigerantes (Baixo GWP); O&M.
Quanto Custa?	Custo Inicial	LCC Custo Inicial - 10-15% Custo Operacional - 75%
Os "Técnicos" e a Pontuação	Agem como "Advogados" (ficam achando brechas no LEED <sup>®</sup> para obter os pontos)	Engenheiros e Arquitetos (trazem soluções efetivas para obter os pontos)

# LEED® – Energia e Atmosfera



- Rastreamento da Eficiência Energética:
  - Projeto (EA PR-02/ EA C-01)
  - Comissionamento (EA PR-01+EA C-03 → **Sempre considere o “pacote completo”**)
  - Monitoração e Verificação (EA C-05)
- O edifício precisa ser concebido e projetado para operar com alta eficiência.
- Precisa ser comissionado para se garantir que foi executado conforme os requisitos de eficiência do projeto.
- Finalmente, precisa ser verificado e monitorado a fim de se garantir a eficiência ao longo da operação.

# Estrutura do Projeto no LEED®



- 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



Requisitos de Projeto do Proprietário – (OPR)



## **OPR “É TUDO”!**

- É a “Carta Magna” de todo processo, desde a concepção até a operação.
- É o desejo supremo do cliente expresso com o conhecimento profundo e a experiência dos seus consultores.

## 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** poderia 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”.

# 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

# Comissionamento no LEED®



- ASHRAE Guideline 0-2005: The Commissioning Process.
- ASHRAE Guideline 1.1-2007 – HVAC&R Technical Requirements for the Commissioning Process.
- NIBS Guideline 3-2006 – Exterior Enclosure Technical Requirements For the Commissioning Process .

# LEED® BD&C – PERFORMANCE



ASHRAE Guideline 0-2005



## ASHRAE GUIDELINE

### The Commissioning Process

Approved by the ASHRAE Standards Committee on February 9, 2005, and by the ASHRAE Board of Directors on March 11, 2005.

ASHRAE Guidelines are updated on a five-year cycle; the date following the guideline number 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](mailto:orders@ashrae.org). Fax: 404-321-5478. Telephone: 404-636-8400 (worldwide) or toll free 1-800-527-4723 (for orders in U.S. and Canada).

©Copyright 2005 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](http://www.ashrae.org)

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](mailto: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](http://www.ashrae.org)

NIBS Guideline 3-2006

### Exterior Enclosure Technical Requirements For the Commissioning Process

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



 National Institute of  
BUILDING SCIENCES

# Comissionamento no LEED®



## Sistemas com comissionamento requerido pelo LEED®

- Sistemas de Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração (AVAC&R) (mecânicos e passivos), assim como os seus respectivos sistemas de controle.
- Iluminação e seu respectivo sistema de controle
- Sistemas de Água Quente (para uso doméstico)
- Sistemas de Energia Renovável (eólica, solar, etc.)

# Comissionamento no LEED®



## EA Pré-Requisito 1 - Comissionamento Fundamental:

### Documentação e Checklist x Conhecimento do Sistema

Os Proprietários são encorajados a buscar profissionais qualificados para liderar o processo de comissionamento, que possuam um alto nível de experiência nas seguintes áreas:

- Projeto, instalação e operação de sistemas prediais.
- Gerenciamento em planejamento e processo de comissionamento.
- Experiência de campo (“**mão na massa**”) em avaliação de desempenho, “start-up”, balanceamento, testes, “troubleshooting”, operação e procedimentos de manutenção de sistemas de energia prediais.
- Conhecimento em automação e controles de sistemas prediais.



# Comissionamento no LEED



- “Apenas preenchimento de documentação?”  
(Porque então é um pré-requisito do LEED?)
- Ou para se obter uma instalação que funcione com o desempenho esperado pelo empreendedor?



## Comissionamento - Quando Começar?

Preferencialmente na Fase Conceitual do Projeto.

**Início Tardio Implica:**

- Delinear com o Cliente o Alcance do Trabalho.
- Menos Benefícios .
- Limitações para Aceitabilidade ou Correções.

**Comissionamento desde o projeto é  
pré-requisito do LEED®.**

**Qual o significado da palavra “Autoridade”?**



# LEED® - EA Crédito 3: Comissionamento Estendido

## Objetivo:

Iniciar o processo de comissionamento desde a fase de concepção do projeto e executar atividades adicionais após as verificações de desempenho serem completadas.

## Requisitos/ Atividades:

1. Implementar ou ter um contrato de implementação futura das seguintes atividades adicionais aos requisitos do Pré-Requisito 1 do EA e em conformidade o “LEED® NC Reference Guide”:
2. Antes de iniciar a fase dos documentos de construção, designar um profissional (indivíduo) independente como o Agente (Autoridade) de Comissionamento (CxA) para liderar, revisar e supervisionar o cumprimento de todas as atividades do processo de comissionamento. O CxA deverá desempenhar, no mínimo, as tarefas 2, 3 e 6. Outros membros do time de comissionamento poderão desempenhar as tarefas 4 e 5.



# LEED® - EA Crédito 3: Comissionamento Estendido

## Requisitos/ Atividades:

2. O CxA deverá conduzir pelo menos uma revisão de comissionamento do projeto básico, abrangendo os documentos de OPR e BOD e demais documentos de projeto, antes da fase de elaboração dos documentos de construção e voltar a verificar os comentários da revisão na edição subsequente dos documentos do projeto básico.
3. O CxA deverá revisar os “submittals” dos instaladores aplicáveis aos sistemas comissionados, para aprovação em conformidade com o OPR e o BOD. Estas revisões deverão ser realizadas em conjunto com as revisões de arquitetura e engenharia e submetidas à equipe de projeto básico e ao proprietário.
4. Desenvolver em conjunto com a equipe de projeto os manuais dos sistemas que provê à equipe de operação futura as informações necessárias ao entendimento e à operação otimizada dos sistemas comissionados.
5. Verificar que os requisitos para treinamento da equipe de operação e dos usuários do edifício estão completas.
6. Garantir o envolvimento do CxA na revisão da operação do edifício (re-comissionamento) a ser realizada 10 meses após o aceite final de entrega do edifício para as equipes de Operação e Manutenção e demais ocupantes. Incluir um plano para resolução de questões que ultrapassem às relacionadas ao comissionamento.



# LEED® - EA Crédito 3: Comissionamento Estendido

## Tecnologias Potenciais e Estratégias:

O “LEED® NC Reference Guide” estabelece as diretrizes sobre o rigor esperado sobre os seguintes itens:

- Revisão de Comissionamento do Projeto Básico
- Revisão de Comissionamento dos “Submittals”
- Manuais dos Sistemas.

# LEED® EB-OM – Energia e Atmosfera



- EA Prerequisite 1: Energy Efficiency Best Management Practices—Planning, Documentation, and Opportunity Assessment
- EA Prerequisite 2: Minimum Energy Performance
- EA Prerequisite 3: Fundamental Refrigerant Management
- EA Credit 1: Optimize Energy Performance
- EA Credit 2.1: Existing Building Commissioning—Investigation and Analysis
- EA Credit 2.2: Existing Building Commissioning—Implementation
- EA Credit 2.3: Existing Building Commissioning—Ongoing Commissioning

# LEED® EB-OM – Energia e Atmosfera



- EA Credit 2.3: Existing Building Commissioning—Ongoing Commissioning
- EA Credit 3.1: Performance Measurement – Building Automation System
- EA Credit 3.2: Performance Measurement – System-Level Metering
- EA Credit 4: On-site and Off-site Renewable Energy
- EA Credit 5: Enhanced Refrigerant Management
- EA Credit 6: Emissions Reduction Reporting

# 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).
- Falta de treinamento à equipe de operação.
- Operadores gastam mais tempo “tentando” minimizar as reclamações.

**By Mary Ann Piete - Lawrence Berkeley National Laboratory**



# Problemas Comuns nas Instalações:



Os Edifícios não rendem o desempenho esperado porque...

- Quem instalou HVAC não foi o mesmo que forneceu o sistema de controle e o TAB foi contratado junto com a instalação.
- 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.

**By Mary Ann Piete - Lawrence Berkeley National Laboratory**

# Problemas Comuns nas Instalações:



Os Edifícios não rendem o desempenho esperado porque...

- Alterações Drásticas de "Lay-Out" no Ambiente.
- Alteração da Carga Interna.
- Alteração da Temperatura de "Conforto".
- Alteração dos Horários de Operação.
- Alteração de Várias Condições de Operação dos Equipamentos do Sistema.

**By Mary Ann Piete - Lawrence Berkeley National Laboratory**

# LEED® – Incremento de Custos



## Soft Costs – Projeto

- Design – Projeto “Arquitetado e Engenheirado”.
- Projeto Integrado – Desde a Concepção até a Ocupação
- Comissionamento
- Consultoria LEED
- Simulação da Eficiência Energética

# LEED® – Incremento de Custos



## Soft Costs – Projeto

- Projeto Integrado – Desde a Concepção até a Ocupação
  - Requer maior envolvimento das equipes
  - Trabalho em grupo é crucial (equipes integradas)
  - O projeto se inicia na concepção e só termina na ocupação
  - Design inovador
  - Pesquisa e implementação de novas idéias, novos conceitos

# LEED® – Incremento de Custos



## Soft Cost Estimates

*(Incremental cost as a percentage of construction costs)*

	<b>Best Estimate</b>	<b>Range</b>
Design Costs	0.5%	0.4% - 0.6%
Commissioning	1%	0.5% - 1.5%
Documentation & Fees	0.7%	0.5% - 0.9%
Energy Modeling	0.1%	0.1%
<b>Total</b>	<b>2.3%</b>	<b>1.5% - 3.1%</b>

Analyzing the Cost of Obtaining LEED Certification  
by Northbridge Environmental Management Consultants

# LEED® – Benefícios



Figure 3  
Financial Benefits of Green Buildings  
Summary of Findings (per ft<sup>2</sup>)

Category	20-year Net Present Value
Energy Savings	\$5.80
Emissions Savings	\$1.20
Water Savings	\$0.50
Operations and Maintenance Savings	\$8.50
Productivity and Health Benefits	\$36.90 to \$55.30
<b>Subtotal</b>	<b>\$52.90 to \$71.30</b>
Average Extra Cost of Building Green	(-3.00 to -\$5.00)
<b>Total 20-year Net Benefit</b>	<b>\$50 to \$65</b>

Source: Capital E Analysis

# Resultados da Otimização de um Edifício de Alto Desempenho



- Valor da Produtividade (Salários):  
US\$ 4500,00/ m<sup>2</sup>/ ano
- Melhoria de 2% na Produtividade:  
US\$ 90,00/ m<sup>2</sup>/ ano
- Custo TOTAL de Energia:  
US\$ 25,00 – 30,00/ m<sup>2</sup>/ ano