

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

MAURICIO DIAS

**Análise comparativa de certificações LEED, ENCE-PROCEL EDIFICA e AQUA
na eficiência energética**

São Paulo
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Dias, Maurício

Análise comparativa de certificações LEED, ENCE-PROCEL EDIFICA e AQUA na eficiência energética / M. Dias. – São Paulo, 2013.

80 p.

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Energia (Certificação) 2.Energia (Eficiência) 3.Análise comparativa I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

MAURICIO DIAS

**Análise comparativa de certificações LEED, ENCE-PROCEL EDIFICA e AQUA
na eficiência energética**

Monografia apresentada como forma de
avaliação final do Curso de Especialização
em Energias Renováveis, Geração Distribuída
e Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ioshimoto.

São Paulo

2013

FICHA DE APROVAÇÃO

NOME: Mauricio Dias

TÍTULO: Análise comparativa de certificações LEED, ENCE-PROCEL EDIFICA e AQUA na eficiência energética.

Monografia apresentada como forma de avaliação final do Curso de Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia aos meus familiares, que me apoiaram nesta retomada das atividades acadêmicas. Aos colegas de turma que me inspiraram e incentivaram a continuar sempre, e aos professores, que me instruíram e me ajudaram a ter novas visões e informações ao longo do curso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Fluxograma de Apresentação e Comparação.....	16
Figura 6.1: Modelo do selo ENCE. de Certificação (Nível A no modelo) (Eletrobrás, 2010)	28
Figura 6.2: Fluxograma para obtenção do ENCE (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010)	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1: Pré-requisitos e créditos para análise da energia e atmosfera (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009)	21
Tabela 6.1: Pré-requisitos e créditos para análise da energia e atmosfera - continuação.. Erro! Indicador não definido.	
Tabela 6.2: Relação de pontos creditados com a redução no consumo.....	23
Tabela 6.3: Estrutura do processo AQUA.....	26
Tabela 6.4: Pesos atribuídos aos requisitos para classificação geral do edifício.....	29
Tabela 6.5: Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)	30
Tabela 6.6: Classificação geral da edificação (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).	31
Tabela 7.1: Desempenho energético por simulação computacional (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).	35
Tabela 7.2: Comparativo da Norma ASHRAE para obter as certificações.....	35
Tabela 7.3: Comparativo da Norma ASHRAE para obter as certificações.....	36
Tabela 7.4: Itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007 para certificações (American Society of Heating, 2007).....	36
Tabela 7.5: Itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007 para equipamentos de ar condicionado, ventilação e aquecimento de edificações.....	37
Tabela 7.6: comparativo entre o nível de eficiência.....	37
Tabela 7.7: comparativo para certificações pela seção 7 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Serviços de aquecimento de Água para novos prédios e reformas (American Society of Heating, 2007).....	38
Tabela 7.8: Seção 8 da ASHRAE 90.1-2007 aplicada para Energia (American Society of Heating, 2007)	39
Tabela 7.9: Seção 9 da ASHRAE 90.1-2007 aplicada a Iluminação.	39
Tabela 7.10: Rendimentos nominais mínimos segundo NBR 17094/2008.....	43
Tabela 7.11: Especificação de equipamentos derivados de CFC (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).	44
Tabela 7.12: Pré-requisitos para obter certificações visando a eficiência energética	44
Tabela 7.13: Laboratórios credenciados pelo INMETRO no Brasil. (Eletrobrás, 2010)	51
Tabela 7.14 - Quadro Resumo.....	52

SUMÁRIO

FICHA DE APROVAÇÃO.....	4
DEDICATÓRIA	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
SUMÁRIO	8
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO GERAL	14
2.1 Objetivos específicos.....	15
3. JUSTIFICATIVA.....	15
4. METODOLOGIA	15
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
5.1 Núcleo e envoltória	17
5.2 Construção nova.....	17
5.3 Edifícios existentes: Operação e Manutenção.....	18
5.4 Para residências	18
5.5 Para escolas	18
5.6 Para desenvolvimento de bairros.....	18
6. PROCESSOS DE CERTIFICAÇÃO	19
6.1 O processo de certificação LEED	19
6.1.1 Apresentação	19
6.1.2 Pré-requisito 1: Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia	21
6.1.3 - Pré-requisito 2: Eficiência energética mínima	21
6.1.4 - Pré-requisito 3: Proibição de CFC	22
6.1.5 Crédito 1: Otimizar eficiência energética - Reduzir 12% a 48%	23
6.1.6 Crédito 2: Energia renovável no local - Reduzir 1% a 13%.....	23
6.1.7 Crédito 3: Comissionamento avançado	24
6.1.8 Crédito 4: Gestão avançada do gás refrigerante	24
6.1.9 Crédito 5: Medição e verificação	24
6.1.10 Crédito 6: Energia limpa	25

6.2 Processo de certificação AQUA.....	25
6.3 Processo de certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	26
7. COMPARAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES	33
7.1 Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia	33
7.1.1 Certificação LEED	33
7.1.2 Certificação AQUA.....	33
7.1.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	33
7.2 Eficiência energética mínima	35
7.2.1 Desempenho energético por simulação computacional	35
7.2.2 Itens prescritivos da norma ASHRAE para edificações comerciais.....	35
7.2.3 Itens prescritivos da norma <i>Advanced Buildings Core Performance Guide</i>	35
7.2.4 Itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007.....	36
7.3 Proibição de CFC	44
7.4 Otimizar eficiência energética.....	44
7.5 Produção de energia renovável no local – reduzir de 1% A 13%	45
7.5.1 Certificação LEED	45
7.5.2 Certificação AQUA.....	45
7.5.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	46
7.6 Comissionamento avançado	46
7.6.1 - Certificação LEED.....	46
7.6.2 - Certificação AQUA	46
7.6.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	46
7.7 Gestão avançada do gás refrigerante	47
7.7.1 Certificação LEED	47
7.7.2 Certificação AQUA.....	47
7.7.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	47
7.8 Medição e verificação – edificação para LEED CS	47
7.8.1 Certificação LEED	47
7.8.2 Certificação AQUA.....	48
7.8.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	48
7.9 Medição e verificação de unidades locadas para LEED CS.....	48
7.9.1 Certificação LEED	49
7.9.2 Certificação AQUA.....	49
7.9.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	49
7.10 Energia limpa	49

7.10.1 Certificação LEED	49
7.10.2 Certificação AQUA.....	50
7.10.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA.....	50
7.11 Itens abordados somente no AQUA.....	50
7.12 Itens abordados somente no ENCE-PROCEL EDIFICA.....	51
8 - CONCLUSÕES	53
8.1 Considerações finais.....	53
8.2 Principais conclusões	54
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	55
ANEXO I	57
ANEXO II	73

RESUMO

Este trabalho busca apresentar um estudo comparativo da Eficiência Energética nas Certificações LEED[®], ENCE-PROCEL EDIFICA e PROCESSO AQUA, atualmente utilizadas no Brasil. Apresenta a metodologia de cada certificação, quais os sistemas abrangidos e a pontuação adotada em cada certificação.

Para a Certificação LEED[®] foi analisado o Tema Energia e Atmosfera para novas construções (LEED[®] NC) e para envoltória e núcleo (LEED[®] CS). Os pré-requisitos mínimos e obrigatórios, os créditos e a pontuação alcançada foram apontados para os temas abordados.

Para a certificação ENCE-PROCEL EDIFICA, foram analisados os sistemas de iluminação e sistemas de ar condicionado. Não foi analisado em detalhes o Tema Envoltória, pois nesta certificação este tema abrange itens de projetos arquitetônicos, porém foi feita uma apresentação dos tópicos envolvidos na envoltória e os pesos de cada sistema no projeto global.

Para a certificação do PROCESSO AQUA, foi analisado o Tópico 4 - Gestão da Energia da Categoria Eco Gestão, com ênfase no item 4.2 – Redução do consumo de energia primária e seus poluentes.

Foi também apresentado um quadro comparativo com os principais tópicos, apontando as equivalências, diferenças e critérios de cada um de maneira a orientar possíveis escolhas de certificação em função do projeto e do investimento.

ABSTRACT

This paper presents a comparative study of Energy Efficiency in the LEED[®], ENCE-PROCEL EDIFICA and PROCESSO AQUA Certifications currently in use in Brazil. It shows the methodology employed, the systems covered and the ratings adopted by each of the certifications.

With reference to LEED[®] certification, the topic of Energy and Atmosphere for new buildings (LEED[®] NC) and for core and shell (LEED[®] CS) was analyzed. The study covered the minimal and obligatory pre-requisites, credits and ratings achieved of the areas addressed.

For the ENCE-PROCEL EDIFICA certification, illumination and air conditioning systems were analyzed. The shell was not covered, as in this certification the shell involves architectural project features. The areas involved in the shell were however presented as well as the weight each system is given in the global project.

Regarding the PROCESSO AQUA certification, Topic 4 – Energy Management in the Category Eco Management - was addressed with emphasis on item 4.2 – Reduction of primary energy consumption and pollutants.

A table comparing the main topics, showing what aspects from each certification are equivalent and how the criteria differ from one certification to the other, was also set out to inform choice of certification bearing in mind the function of the project and the level of investment.

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, com a busca constante de resultados e uma dependência energética cada vez maior por parte da sociedade, a palavra eficiência está em voga em todos os setores, porém nem sempre podemos analisar o que é mais eficiente, o que é mais sustentável, o que é mais econômico.

Para isso, e voltados a este pensamento de poder classificar as novas construções e edifícios existentes, foram criadas várias formas e metodologias de avaliação de maneira a classificar as construções, conforme seu grau de eficiência e tecnologia de construção aplicada, visando a diminuição do impacto ao meio ambiente pela construção civil e pelo consumo de energia.

Dentre estas certificações, além das deste estudo, podemos citar:

- a) HQE - Haute Qualité Environnementale: (Alto Padrão de Qualidade Ambiental) é o certificado para construções sustentáveis presente na França desde 1996, controlado em Paris pela “Association pour la Haute Qualité Environnementale” (Associação pelo Alto Padrão de Qualidade Ambiental - ASSOHQE).
- b) BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method: é o método de avaliação ambiental de edifícios utilizado no Reino Unido desde 1990. Esse método definiu o padrão para as práticas em design sustentável, tornando-se medida utilizada para descrever o desempenho ambiental de uma construção.
- c) CASBEE - Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency- (Sistema de garantias para eficiência energética e ambiental de construções) existe no Japão desde 2001, sob a responsabilidade do Ministério de Terras, Infraestrutura, Transporte e Turismo.
- d) LIDERA - Liderar pelo Ambiente para a Construção Sustentável: o Lidera é um sistema de certificação de construções sustentáveis presente em Portugal desde 2005, desenvolvido após cinco anos de investigações sobre sustentabilidade em construções.
- e) ESTIDAMA: presente no país dos Emirados Árabes Unidos, desde maio de 2008, Estidama, que significa “sustentabilidade” em árabe, é um certificado para construções sustentáveis emitido sob direção do Conselho de Planejamento Urbano de Abu Dhabi.
- f) GBCA – Green Building Council of Australia: o GBCA é uma organização sem fins lucrativos, em atividade na Austrália desde 2002. Empenhada em desenvolver uma

indústria de propriedade sustentável para a Austrália, incentiva a adoção de práticas de construção verde.

- g) Green Globes: o Green Globes é uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade de edifícios, existentes ou em construção, adotado desde 2004 pela BOMA - Building Owners and Managers Association of Canada (Associação de Proprietários e Gerentes de Construções do Canada).
- h) SELO AZUL da Caixa Econômica Federal: O Selo Casa Azul CAIXA é o primeiro sistema de classificação da sustentabilidade de projetos desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira e tem como objetivo o reconhecimento e incentivo de projetos que demonstrem suas contribuições para a redução de impactos ambientais, onde são considerados 53 critérios em relação aos temas qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. Foi produzido com o apoio de equipes de especialistas da USP, UNICAMP, UFSC e LabEEE

Estas certificações orientam e fazem a avaliação dos requisitos, conceitos e métodos utilizados nas construções, visando reduzir o impacto ambiental durante a construção e operação do edifício através do uso consciente de energia e água, da gestão de resíduos, da qualidade do ar e do conforto entre outros (Silva, 2010).

2. OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo fazer uma comparação dos métodos de avaliação em eficiência energética das certificações LEED®, ENCE-PROCEL EDIFICA e PROCESSO AQUA. Apresenta a metodologia de cada certificação, quais os sistemas abrangidos e a pontuação adotada em cada certificação.

Visa também, apresentar de uma maneira simples e de fácil entendimento as principais diferenças e os benefícios alcançados em cada certificação.

2.1 Objetivos específicos

Para a Certificação LEED® foi analisado o Tema Energia e Atmosfera para novas construções (LEED® NC) e para envoltória e núcleo (LEED® CS). Verificando os pré-requisitos mínimos e obrigatórios, os créditos e a pontuação alcançada para os temas abordados.

Para a certificação ENCE-PROCEL EDIFICA, foram analisados os sistemas de iluminação e sistemas de ar condicionado. Não foi analisado o tema Envoltória, pois no PROCEL abrange itens de projetos arquitetônicos,

Para a certificação do PROCESSO AQUA, foi analisado o Tópico 4 - Gestão da Energia da Categoria Eco Gestão, com ênfase no item 4.2 – Redução do consumo de energia primária e seus poluentes, porém notou-se pouca relação comparativa com as demais certificações.

3. JUSTIFICATIVA

Esta análise serve para apresentar as formas de avaliação e resultados a serem obtidos nas diferentes certificações de maneira a servir como base inicial ao determinar a sua finalidade e seu grau de eficiência em empreendimentos existentes a serem certificados nas entidades do estudo, bem como em novas construções.

4. METODOLOGIA

Para efeito de comparação, foram tomados como base os pré-requisitos e créditos de energia e atmosfera do processo LEED e comparado com os itens equivalentes ou próximos das outras certificações, de maneira a entender cada item, e a equivalência no processo. Para tanto foi relacionado cada item do LEED e logo após indicado qual a equivalência para o mesmo em cada uma das outras certificações.

Após a comparação, foram compiladas as informações em um quadro resumo, seguindo o fluxograma da figura 4.1

No final como anexo, foram transcritos para o português os itens obrigatórios da ASHRAE 90.1 - 2007 para a certificação LEED com o intuito de complementar as informações contidas nas

descrições dos pré-requisitos e créditos da certificação. E os itens 5.4.1 ao 5.4.8 da RQT-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética do ENCE-PROCEL-EDIFICA.

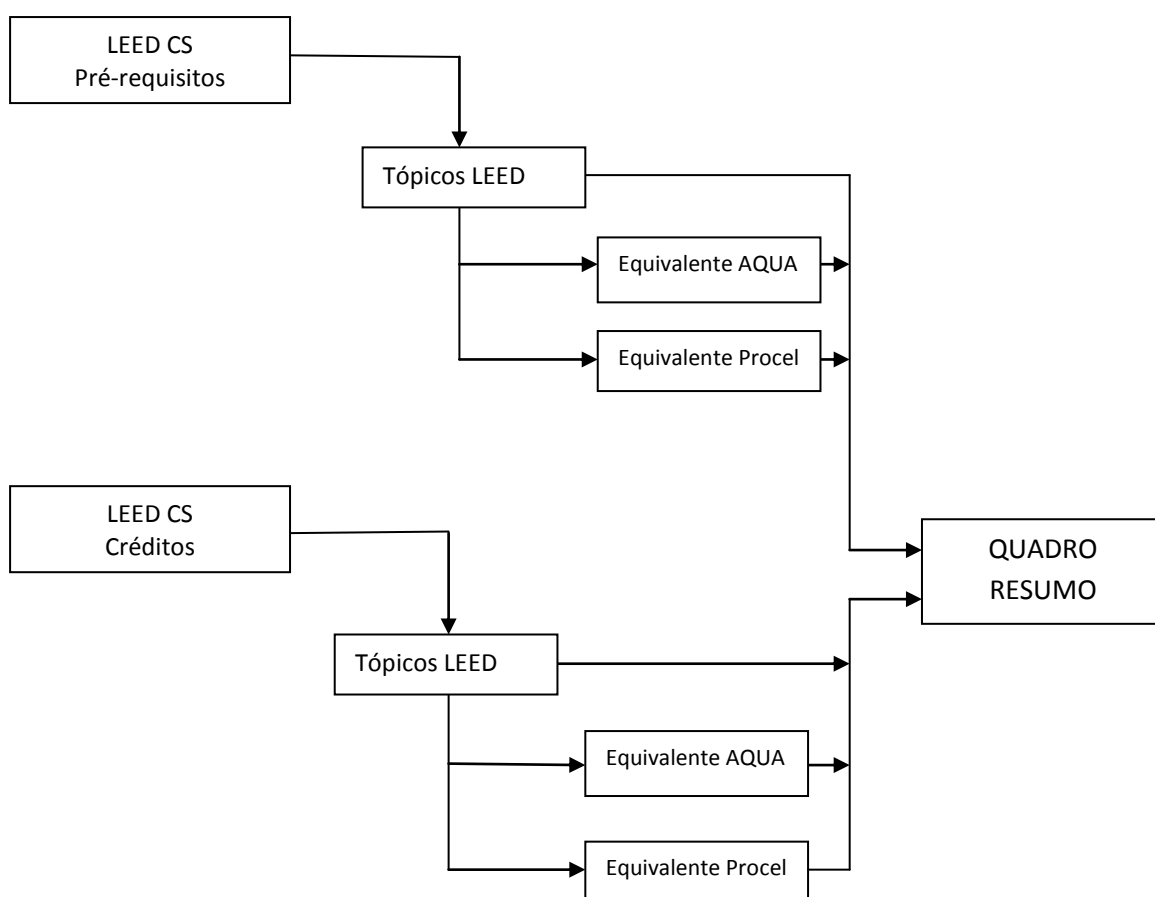


Figura 4. 1 Fluxograma de Apresentação e Comparação

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Além das normas, e manuais emitidos pelas devidas organizações, foram identificados também os trabalhos abaixo:

- Análise Comparativa dos Processos de Certificação Energética de Edifícios Existentes aplicados na União Europeia, - autor: Maria Luís de Azevedo Macedo pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto como tese de mestrado (Macedo M. L., 2009).
- Estudo Comparativo Para Padronização de Edificações Industriais Sustentáveis Através da Certificação LEED – autor: Gabriela De Souza Loyola pela FAE Centro Universitário como TCC do Curso de Engenharia de Produção (Loyola, 2011).

A título de informação, estão descritos os principais tipos de certificações LEED existentes:

5.1 Núcleo e envoltória

O conceito de núcleo e envoltória, do inglês, *core and shell*, se aplica principalmente a novos empreendimentos, em que é feita apenas a certificação das áreas comuns, as fachadas e arquitetura do edifício. Em outras palavras, serão consideradas na certificação apenas as áreas comuns (hall, lobby, garagens, áreas técnicas coletivas, áreas de apoio, recepção, salas de reunião, depósitos e demais dependências, áreas externas de uso comum, e as fachadas do edifício, no que se refere a área envidraçada, insolação, aproveitamento de luz natural entre outros. Se aplica em edifícios para multiusuários (Shopping Centers, Edifícios Corporativos, Condomínios etc.) .) (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009) (Lima, 2009).

Para as áreas internas ou dos usuários, existe outra certificação, (CI) Certificação de interiores, que não é o tópico deste estudo (U.S. Green Building Council, LEED for commercial interiors v2009).

5.2 Construção nova

O conceito de construção nova, do inglês *New Construction*, se aplica a uma nova construção como um todo e normalmente é utilizado em empreendimento de um único usuário ou

locatário com mais de 50% de ocupação (Bancos, Indústrias, CPD's) (U.S. Green Building Council, LEED for new construction v2009).

5.3 Edifícios existentes: Operação e Manutenção

Trata-se do conceito aplicado em edifícios existentes visando otimizar e maximizar a eficiência energética através de operação e manutenção adequadas. (U.S. Green Building Council, LEED for existing buildings v2009)

5.4 Para residências

O conceito se aplica em residências para projeto e construções sustentáveis (U.S. Green Building Council, LEED for homes v2008).

5.5 Para escolas

O conceito se aplica unicamente em Escolas para projeto e construções sustentáveis (U.S. Green Building Council, LEED for schools-new construction v2009).

5.6 Para desenvolvimento de bairros

O conceito se aplica para concepção de bairros, loteamentos, condomínios com enfoque no crescimento, desenvolvimento e a construção sustentável. (U.S. Green Building Council, LEED for Neighborhood Development, 2009)

6. PROCESSOS DE CERTIFICAÇÃO

Os processos de certificação são normalmente concedidas por organizações independentes ou governamentais que garantem que o empreendimento certificado atingiu e mantém em funcionamento os requisitos exigidos por cada processo.

Nos processos objeto deste trabalho, segue a descrição de cada um, segundo as definições deles próprios.

6.1 O processo de certificação LEED

O LEED® (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma norma norte-americana elaborada a partir de acordos setoriais, que tem como finalidade desenvolver critérios mínimos e parâmetros para avaliação e comparação entre edifícios sustentáveis e de alto desempenho.

6.1.1 Apresentação

O *United States Green Building Council* (USGBC) é uma organização não governamental que reúne líderes de Mercado no setor da construção e da arquitetura, promovendo edifícios que sejam ambientalmente responsáveis, economicamente atrativos e que ofereçam espaços saudáveis para se trabalhar e viver (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

Um *Green Building* é um edifício de alto desempenho ambiental, cujas características incluem, entre outras:

- Redução do consumo de energia e água;
- Uso racional de recursos naturais não renováveis;
- Integração de equipes de projetos e obra em busca das melhores soluções para o edifício;
- Aumento da qualidade real do ambiente construído, melhorando a saúde e a produtividade dos futuros usuários.

Um empreendimento que almeja a certificação LEED® deverá atender a requisitos mínimos, dentre os quais os mais importantes são (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009):

- Atender à legislação ambiental vigente: todos os edifícios ou espaços e todas as obras feitas dentro do limite de certificação LEED® devem atender a quaisquer leis, normas, tratados, convenções, decretos, regulamentos, que tenham o objetivo de proteger o meio ambiente e/ou a saúde física, mental e social humana dos impactos ocasionados pela implantação e operação de uma edificação.
- Permitir o acesso do USGBC aos dados de consumo de energia e água: todos os projetos certificados devem se comprometer a compartilhar com o USGBC/GBCI todos os dados disponíveis de consumo total de energia e água por um período de pelo menos cinco anos (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009). Além disso, o empreendimento deverá atender a oito pré-requisitos (itens obrigatórios):
 - Prevenção de Poluição nas Atividades de Construção;
 - Redução de 20% no consumo de água potável;
 - Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia;
 - Eficiência energética mínima;
 - Proibição de CFC;
 - Depósito de Recicláveis;
 - Qualidade do ar interno;
 - Controle da fumaça de tabaco.

Uma vez atendidos os pré-requisitos, o empreendimento deverá seguir os requisitos de uma série de créditos, que acumulam pontos. Na versão, analisada, a pontuação varia entre 40 pontos (mínimo) e 110 pontos (máximo). (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009)

Para cada crédito são analisados:

- Os principais envolvidos no processo;
- A fase a que se refere o crédito;
- Os critérios, os objetivos do LEED® e as normas de apoio;
- A situação do empreendimento, considerando o material apresentado de projeto e obra;
- As ações que podem ser tomadas.

O Capítulo analisado, **Energia e Atmosfera**, é composto de 3 pré-requisitos e 6 créditos conforme apresenta a Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Pré-requisitos e créditos para análise da energia e atmosfera (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009)

PRÉ-REQUISITOS		Item
Pré-requisito 1	Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia	Obrigatório
Pré-requisito 2	Eficiência energética mínima	Obrigatório
Pré-requisito 3	Proibição de CFC	Obrigatório
CRÉDITOS		Pontos
Crédito 1	Otimizar eficiência energética - Reduzir 12% a 48%	1 a 19(NC) 3 a 21 (CS)
Crédito 2	Energia renovável no local - Reduzir 1% a 13%	4
Crédito 3	Comissionamento avançado	2
Crédito 4	Gestão avançada do gás refrigerante	2
Crédito 5	Medição e verificação (somente para LEED NC e/ou Schools)	3
Crédito 5.1	Medição e verificação - edificação (Somente para LEED CS)	3
Crédito 5.2	Medição e verificação - unidades locadas (somente p/ LEED CS)	3
Crédito 6	Energia limpa	4

6.1.2 Pré-requisito 1: Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia

Consiste na verificação e acompanhamento das instalações em conformidade com os projetos, premissas do cliente (*Owner Project Requirements* - OPR), requisitos para elaboração de projetos ou premissas básicas (*Basis of Design* - BOD) e estratégias de eficiência energética (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

6.1.3 - Pré-requisito 2: Eficiência energética mínima

Deve atender a uma das 3 opções abaixo:

OPÇÃO 1: Comprovar por simulação computacional de desempenho energético que o empreendimento deverá apresentar uma redução de, no mínimo, 10% de custo anual de energia para empreendimentos novos, ou 5% para empreendimentos existentes em *retrofit*, em relação aos parâmetros do modelo de referência (Baseline), segundo o Apêndice G da ASHRAE Standard 90.1-2007.

OPÇÃO 2: Empreendimentos com até 5.000 m², atender todos os itens prescritivos da norma ASHRAE *Advanced Energy Design Guide* para edificações comerciais até 2.000 m², galpões até 5.000 m², etc.

OPÇÃO 3: Empreendimentos com até 10.000 m², atender os itens prescritivos da norma *Advanced Buildings Core Performance Guide* (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

Além da necessidade de comprovação de desempenho energético, os projetos de arquitetura e sistemas prediais deverão obrigatoriamente atender aos itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (American Society of Heating, 2007), nas seguintes seções:

- ✓ Seção 5.4 – Envoltória: Requisitos de arquitetura relacionados a limites de infiltração;
- ✓ Seção 6.4 – HVAC (Heating Ventilation e Air Conditioning): Requisitos de sistemas de ar condicionado e ventilação mecânica relacionados à eficiência mínima (COP, IPLV, etc.) de equipamentos e controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.;
- ✓ Seção 7.4 – Aquecimento de Água: Requisitos de sistemas de aquecimento de água relacionados à eficiência mínima de aquecedores, controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.;
- ✓ Seção 8.4 – Energia: Requisitos de projetos elétricos relacionados ao dimensionamento de condutores por queda de tensão (2% em trechos de alimentadores e 3% em terminais);
- ✓ Seção 9.4 – Iluminação: Requisitos de projetos luminotécnicos relacionados a controles de iluminação interna e externa e limites de potência de iluminação externa;
- ✓ Seção 10.4 – Motores Elétricos: Todos os motores elétricos trifásicos de indução deverão pertencer à linha de alto rendimento conforme NBR-17.094/2008 (Considerando as exceções da ASHRAE 90.1).

6.1.4 - Pré-requisito 3: Proibição de CFC

Proibição de especificação de equipamentos novos de refrigeração com uso de gases refrigerantes derivados de CFC (Cloro-Fluor-Carbono) (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009):

- Empreendimentos Novos: Proibido CFCs;
- Empreendimentos Existentes: Plano de eliminação e descontinuação (*Phase-out Plan*).

6.1.5 Crédito 1: Otimizar eficiência energética - Reduzir 12% a 48%

É uma extensão do pré-requisito 2, pontuando a cada aumento da economia de energia conforme Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Relação de pontos creditados com a redução no consumo
(LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009)).

Redução no consumo	Pontos creditados
12%	1
14%	2
16%	3
18%	4
20%	5
22%	6
24%	7
26%	8
28%	9
30%	10
32%	11
34%	12
36%	13
38%	14
40%	15
42%	16
44%	17
46%	18
48%	19

6.1.6 Crédito 2: Energia renovável no local - Reduzir 1% a 13%

Incentivar a geração de energia local por fontes renováveis (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009):

- Térmica solar – coletores solares;
- Elétrica solar – placas fotovoltaicas;
- Elétrica eólica – aerogeradores;
- Térmica ou elétrica geotérmica, etc.

Pontuação de 1 a 7 pontos sendo maior quanto maior for a contribuição por essas fontes, variando de 1% a 13% do custo anual de energia (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

6.1.7 Crédito 3: Comissionamento avançado

Além das atividades descritas do pré-requisito 1, o comissionamento deve abranger as seguintes atividades complementares (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009):

- Análise Crítica de Projetos;
- Validação de Contratação das Instaladoras;
- Validação de Manuais de Equipamentos e de Operação dos Sistemas;
- Validação dos Treinamentos;
- Verificação da Operação dos Sistemas e Equipamentos após 10 meses de ocupação.

6.1.8 Crédito 4: Gestão avançada do gás refrigerante

Cálculo do potencial de impacto dos gases refrigerantes dos equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar em função do tipo e quantidade de equipamento, da capacidade térmica do equipamento, tipo de gás refrigerante e quantidade de gás refrigerante (massa de gás) (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

6.1.9 Crédito 5: Medição e verificação

Incentivar a medição setorizada por uso final de sistemas prediais como premissa básica para aplicação de Planos de Medição e verificação visando metas e programas de uso racional de energia (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

Instalar medidores medindo os principais usos:

- Iluminação e tomadas de áreas comuns;
- Equipamentos de ar condicionado (unidades resfriadoras – Chillers, VRF; bombas de AG, AC; torres de resfriamento, etc.);
- Equipamentos de ventilação mecânica (ventiladores, exaustores, etc.);
- Elevadores;
- Bombas hidráulicas (água potável, reuso, pluviais, drenagem, etc.);
- Cargas especiais (laboratórios, equipamentos médicos, etc.);
- Cargas de processos (industriais, químicos, etc.);
- Outros.

Quando o edifício for para multiusuários, este crédito é subdividido em:

- Crédito 5.1 Medição e verificação – edificação (área comum)
- Crédito 5.2 Medição e verificação - unidades locadas (área locada)

6.1.10 Crédito 6: Energia limpa

Contratação de energia elétrica por empresas que geram ou distribuem energia por fontes renováveis, conforme certificação “Green-e”. O contrato deve ser de 2 anos e deverá abranger 35% da energia total (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009). Pode ser atendido de 2 formas:

- Aquisição no “Mercado livre” de usinas de energia elétrica gerada por fontes renováveis.
- Aquisição de Certificados de Energia Renovável “*Renewable Energy Certificates*” (RECs)⁽¹⁾

(1) A REC representa os direitos de propriedade ambientais, sociais, e outras qualidades desvinculadas do fornecimento de energia da geração de energia elétrica renovável. A REC, e seus atributos e benefícios associados, podem ser vendidos separadamente a partir da eletricidade física subjacente associada a uma fonte de geração baseada em renováveis (EPA United States Environmental Protection Agency).

6.2 Processo de certificação AQUA

O Processo AQUA de certificação, segundo o texto de apresentação do referencial técnico, “é fruto de uma decisão do empreendedor que deseja se beneficiar do direito de uso da marca “Edifícios do setor de serviços – Processo AQUA”.

A Alta Qualidade Ambiental (AQUA) é definida como um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação (REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA, 2007).

A obtenção do desempenho ambiental de uma construção envolve tanto uma vertente de gestão ambiental como uma de natureza arquitetônica e técnica. Um dos métodos mais confiáveis para tanto é se apoiar numa organização eficaz e rigorosa do empreendimento. Esta é a razão pela qual o referencial técnico de certificação estrutura-se em dois instrumentos permitindo avaliar os desempenhos alcançados com relação aos dois elementos que estruturam esta certificação (REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA, 2007):

- O referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor;
- Referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

A implementação do Sistema de Gestão do Empreendimento permite definir a Qualidade Ambiental visada para o edifício e organizar o empreendimento para atingi-la, ao mesmo tempo em que permite controlar o conjunto dos processos operacionais relacionados às fases de programação, concepção e realização da construção (REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA, 2007). O Processo AQUA, é composto por 14 módulos ou estruturas e subdividido em 4 grupos ou famílias Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Estrutura do processo AQUA

(REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA, 2007)

Grupos	Módulos	
ECO- CONSTRUÇÃO	1	Relação do edifício com seu entorno
	2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos
	3	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
ECO- GESTÃO	4	Gestão da energia – <i>objeto do estudo</i>
	4.1	Redução de consumo de energia por meio de concepção arquitetônica
	4.2	Redução de consumo de energia primária e dos poluentes associados
	5	Gestão da água
	6	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício
	7	Manutenção – Permanência do desempenho ambiental
CONFORTO	8	Conforto higratérmico
	9	Conforto acústico
	10	Conforto visual
	11	Conforto olfativo
SAUDE	12	Qualidade sanitária dos ambientes
	13	Qualidade sanitária do ar
	14	Qualidade sanitária da água

6.3 Processo de certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

O selo PROCEL avalia apenas os fatores que envolvem diretamente o consumo de energia da edificação relacionado com a envoltória, a iluminação e o sistema de ar condicionado, classificando cada aspecto separadamente, e de acordo com a pontuação, concedendo o selo correspondente.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é obtida através de avaliação dos requisitos contidos no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) para o edifício usando o método descrito no Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C). A etiquetagem do edifício é voluntária e aplicável a edifícios com área útil superior a 500 m² ou atendidos por alta tensão (grupo tarifário A). Pode ser fornecida uma etiqueta para o edifício completo ou para parte deste. Ela é dita parcial quando referente à envoltória ou combinando a envoltória com um dos outros dois sistemas – iluminação ou condicionamento de ar. (Eletrobrás, 2010).

O RTQ-C apresenta os critérios para a classificação completa do nível de eficiência energética do edifício através de classificações parciais da envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar. Uma equação pondera estes sistemas através de pesos estabelecidos no regulamento e permite somar à pontuação final bonificações que podem ser adquiridas com inovações tecnológicas, uso de energias renováveis, cogeração ou com a racionalização no consumo de água.

Para definição do nível de eficiência, dois métodos podem ser utilizados: o método prescritivo e o método de simulação. O primeiro método está descrito nos capítulos 2 a 5 do Regulamento (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010), e contém equações e tabelas que limitam parâmetros da envoltória, iluminação e condicionamento de ar separadamente de acordo com o nível de eficiência energética. Já o segundo método está descrito nos capítulos 2 e 6 e baseia-se na simulação termoenergética de dois modelos computacionais representando dois edifícios: um modelo do edifício real (edifício proposto em projeto) e um modelo de referência, este último baseado no método prescritivo. A classificação é obtida comparando-se o consumo anual de energia elétrica simulado para os dois modelos, sendo que o consumo do modelo do edifício real deve ser menor que do modelo de referência para o nível de eficiência pretendido. (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

As exigências contidas no RTQ-C devem ser avaliadas por um laboratório de inspeção designado ou acreditado pelo Inmetro, de forma que este verifique as características projetadas e construídas do edifício para indicar qual o nível de eficiência alcançado (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010). O RAC-C apresenta os métodos de avaliação, os procedimentos para submissão para avaliação, direitos e

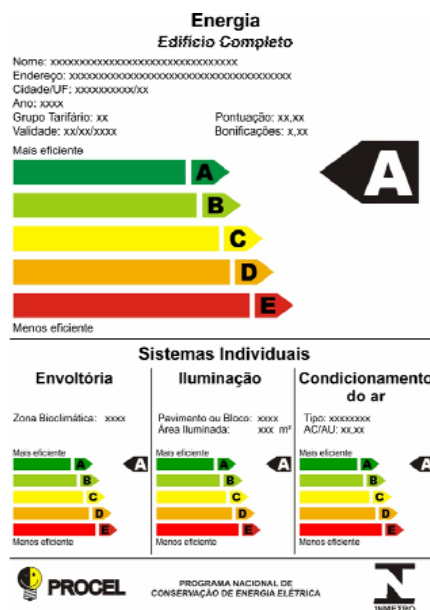


Figura 6.1: Modelo do selo ENCE. de Certificação (Nível A no modelo) (Eletrobrás, 2010)

Iniciando o processo de etiquetagem, o proprietário deverá encaminhar ao laboratório de inspeção o pedido de avaliação, juntamente com os documentos exigidos, como projetos e memoriais. Esta etapa é obrigatória mesmo para edifícios já construídos, pois é na etapa de avaliação de projeto que é identificado o nível de eficiência energética através dos métodos prescritivo ou de simulação. Cumpridos estes requisitos, o proprietário obtém uma autorização para uso da ENCE relacionada a este projeto. Após construído e fornecido o alvará de ocupação, é solicitada a inspeção no edifício pela qual é verificado se as características que constaram no projeto foram corretamente atendidas. Uma atualização do projeto de acordo com o que foi construído pode ser realizada antes da inspeção, durante a entrega dos documentos (Eletrobrás, 2010) (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

A inspeção é realizada através de amostragem dos ambientes e componentes, inclui medições in situ de dimensões (como janelas e os próprios ambientes) e de propriedades (como absorvância das fachadas quando amostras não tiverem sido fornecidas na etapa de avaliação de projeto). Nela também serão verificados os materiais e equipamentos utilizados, como conferência do tipo de vidro e das lâmpadas/reatores/luminárias especificados na etapa de avaliação de projeto (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

Caso sejam encontradas diferenças construtivas entre o projeto avaliado e o edifício pronto que não impactem o nível alcançado, a avaliação pode ser atualizada na etapa de inspeção, durante a entrega de documentos. Caso essas diferenças impactem o nível anteriormente alcançado, deverá ser feita uma nova avaliação de projeto, que, por ser corretiva, tende a ser mais rápida (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

A classificação do nível de eficiência de edificações é dividida em três requisitos, conforme as metodologias descritas nos itens correspondentes (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010):

- Envoltória;
- Sistema de Iluminação;
- Sistema de Condicionamento de Ar.

Todos os requisitos têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Parcelas de edifícios podem também ter a envoltória, o sistema de iluminação e o sistema de condicionamento de ar avaliados, porém separadamente, recebendo uma classificação parcial do nível de eficiência referente a cada um destes itens. Nestes casos, as parcelas a serem classificadas devem ser: para classificação da envoltória, o nível de eficiência energética deve ser estabelecido para a edificação completa; para classificação do sistema de iluminação, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas; para classificação do sistema de condicionamento de ar, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por requisitos devem ser avaliadas, resultando numa classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada requisito e, de acordo com a pontuação final, é obtida uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) apresentada na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010). Os pesos estão distribuídos conforme Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Pesos atribuídos aos requisitos para classificação geral do edifício

(Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

Envoltória	30%
Sistema de Iluminação	30%
Sistema de Condicionamento de Ar	40%

O nível de classificação de cada requisito equivale a um número de pontos correspondentes, Tabela 6.5.

Tabela 6.5: Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)

(Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

No caso de edifícios que possuem áreas não condicionadas, deve-se observar o seguinte para a análise do requisito envoltória dessas áreas (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010):

- Áreas de curta permanência, tais como circulação, depósitos, banheiros: não são consideradas para análise da envoltória;
- Áreas de permanência prolongada, tais como lojas, escritórios, áreas de trabalho:

É obrigatório comprovar por simulação que o ambiente interno proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas. Portanto, a classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos através da Equação 6.1 (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,30 \cdot (EqNumDPI) + 0,40 \cdot \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b \cdot \frac{1}{0} \quad (6.1)$$

Onde,

- EqNumEnv é o equivalente numérico da envoltória;
- EqNumDPI é o equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;
- EqNumCA é o equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;
- EqNumV é o equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente
- APT é a área de piso dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

- ANC é a área de piso dos ambientes não condicionados de permanência prolongada;
- AC é a área de piso dos ambientes condicionados;
- AU é a área útil;
- b é a pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Os equivalentes numéricos para os níveis de eficiência de cada requisito são obtidos na Tabela 6.5. O nível de eficiência do requisito envoltória das áreas condicionadas é definido de acordo com o item 3 do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010);

- O nível de eficiência do sistema de iluminação (DPI) é definido no item 4 do RTQ-C;
- O nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar (CA) é definido no item 5 do RTQ-C.

O número de pontos obtidos na equação acima irá definir a classificação geral da edificação:

Tabela 6.6: Classificação geral da edificação (**Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010**).

Pontos	Classificação Final
$\geq 4,5$ a 5	A
$\geq 3,5$ a $< 4,5$	B
$\geq 2,5$ a $< 3,5$	C
$\geq 1,5$ a $< 2,5$	D
$< 1,5$	E

As classificações finais e parciais são apresentadas na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia. Um edifício com classificações A nos três requisitos parciais: envoltória, iluminação e condicionamento de ar – está em condições de obter o Selo PROCEL (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010). A Figura 6.2 apresenta o fluxograma para obtenção do ENCE.

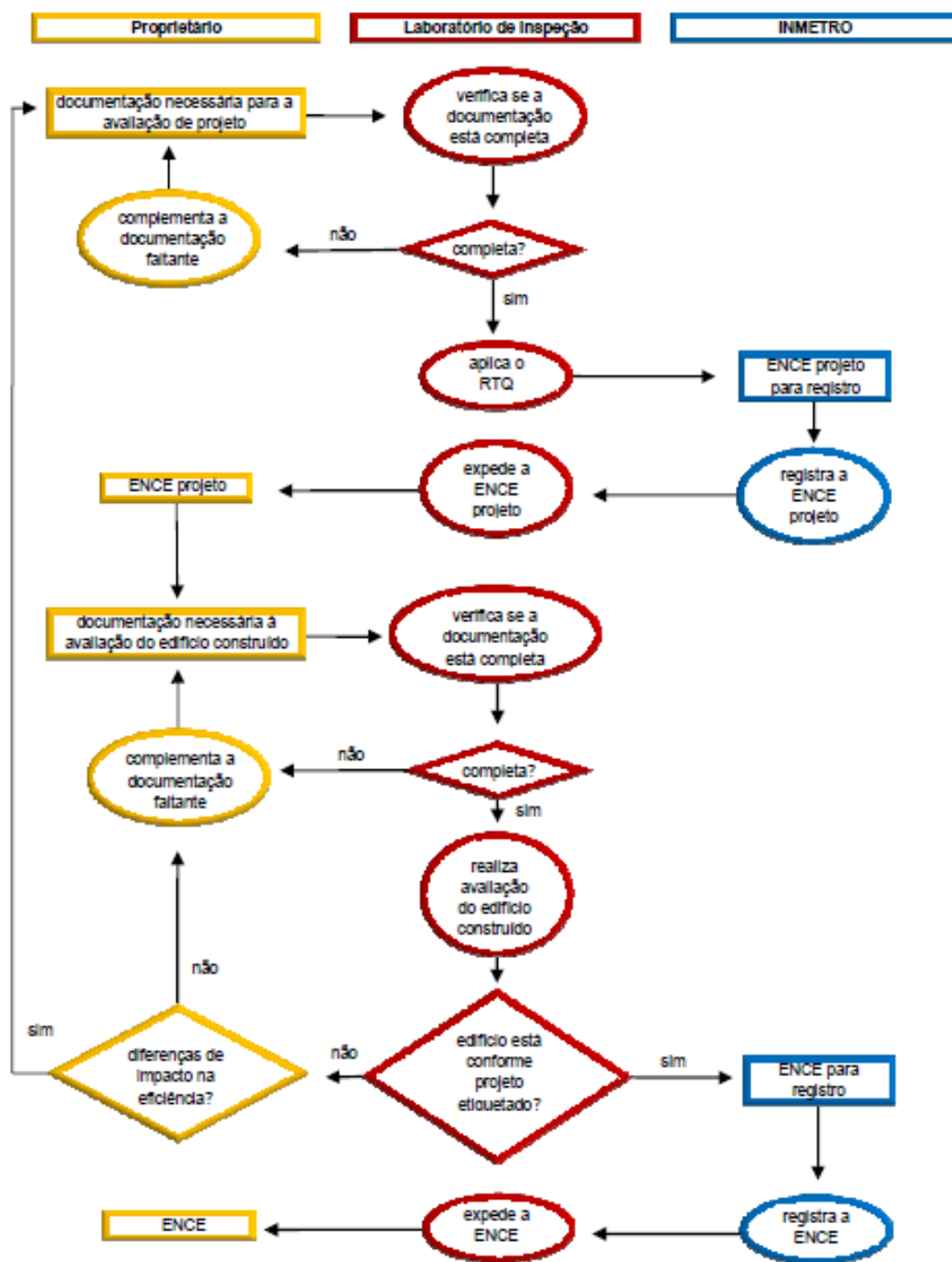


Figura 6.2: Fluxograma para obtenção do ENCE (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010)

7. COMPARAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES

Com base no processo LEED, é possível comparar item a item os tópicos relativos em cada certificação.

7.1 Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia

Pré-requisito para certificação LEED

7.1.1 Certificação LEED

Na certificação LEED é item obrigatório e consiste da verificação das especificações de projeto, da verificação dos sistemas instalados, de acordo com o projeto e dos testes operacionais envolvidos (LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

7.1.2 Certificação AQUA

É feito por auditoria de documentação e presencial (Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2013).

7.1.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

No processo ENCE-PROCEL EDIFICA com o mesmo intuito do comissionamento dos sistemas no processo LEED, é feita uma avaliação e inspeção (após o “habite-se” e com sistemas instalados) por empresa de auditoria técnica credenciada para validação do processo (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, 2009).

Este processo é regulamentado pela portaria INMETRO 183/2009 em seu anexo e descrito no capítulo 6 do RAC-C. - REGULAMENTO DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, 2009).

7.1.4 Avaliação do edifício – Inspeção

Finalizada a obra e expedido o Alvará de Conclusão, o proprietário deve solicitar a confirmação da ENCE de projeto. Nesta etapa é verificado pelo laboratório de inspeção, conforme metodologia definida no Anexo III do RAC-C, se os itens previstos no projeto, que levaram a classificar a edificação em determinado nível de eficiência energética conforme o RTQ está em conformidade no edifício construído, após ter sido emitido o alvará de conclusão pelo órgão competente.

1º passo: O proprietário solicita a inspeção para expedição da ENCE, com a entrega dos documentos, conforme item 5 do Anexo III do RAC-C, ao laboratório de inspeção;

2º passo: O laboratório de inspeção executa a inspeção do edifício visando o atendimento ao proposto em projeto na primeira etapa;

Nota: Caso sejam detectadas, nesta etapa, não conformidades que alterem a classificação da edificação obtida na avaliação de projeto, o proprietário deverá submeter ao laboratório de inspeção o novo projeto para reavaliação de acordo com o descrito no item 6.1 do RAC-C.

3º passo: Caso se confirme o nível de eficiência estabelecido em projeto, o proprietário deve assinar o Termo de Compromisso, conforme Anexo V da RAC-C;

4º passo: O laboratório de inspeção deve expedir a ENCE sob autorização do Inmetro, com a classificação, conforme estabelecido no RTQ;

Nota: A ENCE final será emitida no mesmo prazo, após a assinatura do termo de compromisso.

A inspeção visa conferir se o que foi construído está de acordo com o projetado. A ENCE de projeto pode ser atribuída a um edifício completo, e a inspeção pode ser realizada em diferentes etapas de construção do edifício, desde que estas etapas sejam claramente delimitadas em blocos. Neste caso, a ENCE geral do edifício será transformada em ENCE geral para blocos. Para atender a este caso, deverá ser incluída na avaliação de projeto a previsão de construção dos blocos (mesmo que interligados por estrutura permanente). Alguns parâmetros que podem ser explorados, de acordo com o RTQ, como autos sombreamento da parcela pertencente a outro bloco, deverão ser desconsiderados (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

7.2 Eficiência energética mínima

Trata-se de item obrigatório para certificação LEED, este tópico, envolve padrões mínimos de eficiência comprovados através de simulações energéticas por softwares específicos e atendimento as normas americanas ASHRAE e no caso específico de motores pela 17.094/2008. Neste tópico a comparação será feita item a item observando que há 3 opções de comprovação de desempenho energético.

7.2.1 Desempenho energético por simulação computacional

A Tabela 7.1 apresenta a comparação para simulação do desempenho energético por simulação computacional.

Tabela 7.1: Desempenho energético por simulação computacional (**LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009**).

Certificação LEED	Item obrigatório para certificação
Certificação AQUA	Utilizado no item 4.2.1 do RT AQUA para cálculo do coeficiente Cep Coeficiente de consumo de energia, e expresso em kWh/ano.m ² área útil
Certificação ENCE- PROCEL EDIFICA	É utilizado como opção de comprovação do método prescritivo, e elaborado conforme item 6 do RTQ-C

7.2.2 Itens prescritivos da norma ASHRAE para edificações comerciais

Trata-se do comparativo da Norma ASHRAE para obter certificações para edificações comerciais até 2.000 m², galpões até 5.000 m², etc., Tabela 7.2.

Tabela 7.2: Comparativo da Norma ASHRAE para obter as certificações
(**LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009**).

Certificação LEED	Opção 2 de Item obrigatório para certificação, pouco utilizado no Brasil
Certificação AQUA	Não analisado por falta de correlação entre eles
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	Não analisado por falta de correlação entre eles

7.2.3 Itens prescritivos da norma *Advanced Buildings Core Performance Guide*

Trata-se de itens prescritivos para a obtenção da certificação para empreendimentos com até 10.000 m², Tabela 7.3.

Tabela 7.3: Comparativo da Norma ASHRAE para obter as certificações
(LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009).

Certificação LEED	Opção 3 de Item obrigatório para certificação, também, pouco utilizado no Brasil
Certificação AQUA	Não analisado por falta de correlação entre eles
Certificação ENCE- PROCEL EDIFICA	Não analisado por falta de correlação entre eles

7.2.4 Itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007

Aqui serão apresentados os itens obrigatórios da Norma ASHRAE Standard 90.1-2007 para seção 5.4 e 6.4 a fim de obter as certificações (American Society of Heating, 2007).

7.2.4.1 Seção 5.4 – Envoltória: Requisitos de arquitetura relacionados a limites de infiltração

A Seção 5 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a envoltória do edifício e o item 5.4 disposições obrigatórias (*Mandatory Provisions*) que trata das condições mínimas exigidas para a isolamento refere-se ao desenho e / ou a disposição de aberturas numa envoltória do edifício ou parede. Tipicamente incluem: janelas, portas, persianas, ventiladores, painéis de parede, claraboias, fachadas, divisórias, vidros e sistemas de inclinação no que se refere à isolamento térmica, disposição das aberturas e portas e perdas de ar condicionado por vazamento. (American Society of Heating, 2007). A comparação para obter as certificações está apresentada na Tabela 7.4.

Tabela 7.4: Itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007 para certificações (American Society of Heating, 2007).

Certificação LEED	Atender os requisitos relacionados à arquitetura, (não nos aprofundaremos neste tópico)
Certificação AQUA	É tratado nos módulos 1 e 2 do grupo de eco-gestão, principalmente no módulo 1 Relação do edifício com seu entorno.
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	É um dos itens principais de certificação do selo, que corresponde a 30% do peso de avaliação no sistema de certificação.

7.2.4.2 Seção 6.4 – HVAC (*Heating Ventilation e Air Conditioning*)

Trata-se dos requisitos de sistemas de ar condicionado e ventilação mecânicos relacionados à eficiência mínima (COP, IPLV, etc.) de equipamentos e controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.

A Seção 6 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Eficiência energética de equipamentos de Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento de Ar do edifício e o item 6.4 desta norma contém as disposições obrigatórias (*Mandatory Provisions*) (American Society of Heating, 2007).

Tabela 7.5: Itens obrigatórios da ASHRAE Standard 90.1-2007 para equipamentos de ar condicionado, ventilação e aquecimento de edificações

Certificação LEED	Atender os requisitos relacionados às eficiências declaradas dos equipamentos, métodos de ensaio e obtenção destas eficiências e maneiras e parâmetros de instalação.
Certificação AQUA	Não tem relação direta na certificação.
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	Não regulamentados pelo Inmetro.

Na certificação ENCE-PROCEL EDIFICA, similar ao LEED, para Sistemas de Condicionamento de Ar, utiliza-se como referencia a norma ASHRAE 90.1 A principal diferença é que são utilizadas versões diferentes para cada classificação conforme Tabela 7.6 (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010)

Tabela 7.6: comparativo entre o nível de eficiência

(Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010)

Níveis de Eficiência INMETRO-PROCEL	Versão da ASHRAE adotada
A e B	ASHRAE 90.1 - 2004
C	ASHRAE 90.1 -1999
D	ASHRAE 90.1 -1989
E	Não se enquadra em nenhuma versão

Embora os níveis de eficiência A e B utilizem a mesma tabela de referência, para o equipamento ser considerado nível A é necessário também o atendimento dos itens 5.4.1 ao 5.4.8

do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010), transcritos no anexo II.

7.2.4.3 Seção 7.4 – Aquecimento de Água

Trata-se dos requisitos de sistemas de aquecimento de água relacionados à eficiência mínima de aquecedores, controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.

A Seção 7 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Serviços de aquecimento de Água para novos prédios e reformas e o item 7.4 às disposições obrigatórias (*Mandatory Provisions*), os comparativos para obter as certificações são apresentados na Tabela 7.7 (American Society of Heating, 2007).

Tabela 7.7: comparativo para certificações pela seção 7 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Serviços de aquecimento de Água para novos prédios e reformas (American Society of Heating, 2007)

Certificação LEED	Atender os requisitos de sistemas de aquecimento de água relacionados à eficiência mínima de aquecedores, controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.
Certificação AQUA	Não tem relação direta na certificação no Brasil. Porém na França (e futuramente nos países em desenvolvimento), há obrigatoriedade de redução das emissões de CO ² . O grande desafio é a redução da energia para o aquecimento de ambientes e a obtenção de água quente. Por enquanto, não há meta semelhante para o Brasil.
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	Não tem relação direta com os equipamentos de aquecimento, É tratado como bonificação, em edifícios com atividades como restaurantes, hotéis, hospitais e outros que tenham demanda de água quente em suas instalações e somente os que utilizarem aquecimento solar de água. Devem provar atendimento com uma fração solar igual ou superior a 60%.

7.2.4.4 - Seção 8.4 – Energia

Requisitos de projetos elétricos relacionados ao dimensionamento de condutores por queda de tensão (2% em trechos de alimentadores e 3% em terminais);

A Seção 8 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Energia e o item 8.4 a disposições obrigatórias (*Mandatory Provisions*), Tabela 7.8 (American Society of Heating, 2007).

Tabela 7.8: Seção 8 da ASHRAE 90.1-2007 aplicada para Energia (American Society of Heating, 2007)

Certificação LEED	Atender os requisitos de projetos elétricos relacionados ao dimensionamento de condutores por queda de tensão.
Certificação AQUA	Não tem item relacionado.
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	Não tem item relacionado, A NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão trata a queda de tensão dos circuitos de maneira diferente, não priorizando perdas por efeito joule.

7.2.4.5 - Seção 9.4 – Iluminação

Requisitos de projetos luminotécnicos relacionados a controles de iluminação interna e externa e limites de potência de iluminação externa;

A Seção 9 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Iluminação e o item 9.4 a disposições obrigatórias (*Mandatory Provisions*), Tabela 7.9 (American Society of Heating, 2007).

Tabela 7.9: Seção 9 da ASHRAE 90.1-2007 aplicada a Iluminação

Certificação LEED	Atender os requisitos de projetos luminotécnicos relacionados a controles de iluminação interna e externa e limites de potência de iluminação externa.
Certificação AQUA	Aparece como crédito na categoria 10 – Conforto visual do referencial técnico, porém a preocupação é com o nível de iluminamento e conforto visual, não observando limites para densidade de potencia de iluminação. Basta atender um dos níveis de iluminamento indicados na NBR-5413, e as disposições do tópico 10.2 Iluminação Artificial Confortável.
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	Similar ao LEED, porém, serve para classificação de eficiência e não item obrigatório para certificação. No capítulo 4 do RTQ-C diz o seguinte: • Item 4 do RTQ-C - Sistema de Iluminação; • Item 4.1 do RTQ-C Pré-requisitos específicos.

Para se obter a certificação ENCE-PROCEL EDIFICA Deve-se classificar o sistema de iluminação, além dos limites de potência instalada estabelecidos no item 4.2 do RTQ-C, deverão ser respeitados os critérios de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de

eficiência pretendido (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010), conforme os requisitos abaixo:

- a) Nível A – o controle do sistema de iluminação deve atender às características estabelecidas nos itens 4.1.1 , 4.1.2 , e 4.1.3 do RTQ-C.
- b) Nível B – o controle do sistema de iluminação deve atender, pelo menos, às características estabelecidas nos itens 4.1.1 e 4.1.2 do RTQ-C.
- c) Nível C – o controle do sistema de iluminação deve atender, pelo menos, às características estabelecidas no item 4.1.1. do RTQ-C.

Os pré-requisitos são avaliados em cada ambiente separadamente.

Item 4.1.1 do RTQ-C - Divisão dos circuitos

Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente. Cada controle manual deve ser facilmente acessível e localizado de tal forma que o ocupante possa ver todo o sistema de iluminação que está sendo controlado (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010). Para ambientes maiores do que 250 m², cada dispositivo de controle instalado deve controlar:

- uma área de até 250 m² para ambientes até 1000 m²;
- uma área de até 1000 m² para ambientes maiores do que 1000 m².

Item 4.1.2 do RTQ-C - Contribuição da luz natural

Ambientes com janela voltada para o ambiente externo ou voltada para átrio não coberto ou de cobertura translúcida e com mais de uma fileira de luminárias paralelas à(s) janela(s) devem possuir um controle instalado, manual ou automático, para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à janela de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

Item 4.1.3 do RTQ-C - Desligamento automático do sistema de iluminação

O sistema de iluminação interna de ambientes maiores que 250 m² deverá possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação. Este dispositivo de controle automático deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010):

- Um sistema automático com desligamento da iluminação em um horário predeterminado. Deverá existir uma programação independente para um limite de área de até 2500 m²; ou
- Um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos os ocupantes; ou
- Um sinal de outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

Exceções ao item 4.1.3 do RTQ-C:

- Ambientes que devem propositadamente funcionar durante 24 h;
- Ambientes onde existe tratamento ou repouso de pacientes;
- Ambientes onde o desligamento automático da iluminação pode comprovadamente oferecer riscos à integridade física dos usuários (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

Item 4.2 do RTQ-C - Procedimento de determinação da eficiência

Escopo: Estabelece o limite de potência de iluminação interna para cada ambiente da edificação. Os níveis de eficiência para a potência de iluminação variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

Aplica-se aos espaços internos dos edifícios. Depois de encontrados os níveis de eficiência para cada ambiente separadamente, seus equivalentes numéricos (Tabela 5.5 neste trabalho e 2.1 no RQT-C) devem ser ponderados com as áreas de cada ambiente para estimar o equivalente numérico final do sistema de iluminação e, portanto, o nível de eficiência do sistema de iluminação do edifício (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

7.2.4.6 - Seção 10.4 – Motores Elétricos

Todos os motores elétricos trifásicos de indução deverão pertencer à linha de alto rendimento conforme NBR-17.094/2008 (Considerando as exceções da ASHRAE 90.1) (American Society of Heating, 2007)

A Seção 10 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Outros Equipamentos e o item 10.4 a disposições obrigatórias (*Mandatory Provisions*) (American Society of Heating, 2007)

Certificação LEED

Atender os requisitos de projetos elétricos relacionados a motores elétricos trifásicos de indução que deverão ser obrigatoriamente pertencer à linha de alto rendimento conforme NBR-17.094/2008. Principais tópicos e descrição:

OBS: Originalmente a ASHRAE indica a tabela 10.8 de eficiência mínima de motores, porém a indicação dos mesmos é em HP (Horse Power) enquanto os motores nacionais são especificados em CV (cavalo vapor) e em kW não tendo uma relação direta de potencia e eficiência entre as tabelas ASHRAE e NBR. Para os valores em kW correspondentes, a ASHRAE apresenta valores diferentes da ABNT, com rendimentos ligeiramente maiores.

Exceções

Motores que tenham pelo menos uma das características abaixo estão isentos de atender os requisitos de eficiência da norma (American Society of Heating, 2007):

- a) Potência menor do que 1 HP e maior que 200 HP;
- b) Monofásico;
- c) 120 V ou 208 Volts;
- d) Motor sem base (pé) ou sem previsão de base (pé);
- e) De velocidade múltipla ou de dupla velocidade (acionado por variador de frequência, por exemplo);
- f) Motor fechado acoplado à bomba – *close-coupled pump motor*;
- g) Motor não-ventilado totalmente enclausurado – *totally enclosed nonventilated motor*;
- h) Motor totalmente fechado que requer ventilador externo – *totally enclosed air-over motor, that requires external fan*;

- i) Moto-redutores ou motores com redução/multiplicação por engrenagens integrados à carcaça - *integral gear motor*.

A Tabela 7.10 apresenta os rendimentos mínimos para motores elétricos segundo a NBR 17094/2008 (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008).

Tabela 7.10: Rendimentos nominais mínimos segundo NBR 17094/2008
(ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008)

Potência nominal		Polos			
cv ou HP	kW	2	4	6	8
1,0	0,75	80,0	80,5	80,0	70,0
1,5	1,1	82,5	81,5	77,0	77,0
2,0	1,5	83,5	84,0	83,0	82,5
3,0	2,0	85,0	85,0	83,0	84,0
4,0	3,0	85,0	86,0	85,0	84,5
5,0	3,7	87,5	87,5	87,5	85,5
6,0	4,5	88,0	88,5	87,5	85,5
7,5	5,5	88,5	89,5	88,0	85,5
10	7,5	89,5	89,5	88,5	88,5
12,5	9,2	89,5	90,0	88,5	88,5
15	11	90,2	91,0	90,2	88,5
20	15	90,2	91,0	90,2	89,5
25	18,5	91,0	92,4	91,7	89,5
30	22	91,0	92,4	91,7	91,0
40	30	91,7	93,0	93,0	91,0
50	37	92,4	93,0	93,0	91,7
60	45	93,0	93,6	93,6	91,7
75	55	93,0	94,1	93,6	93,0
100	75	93,6	94,5	94,1	93,0
125	90	94,5	94,5	94,1	93,6
150	110	94,5	95,0	95,0	93,6
175	132	94,7	95,0	95,0	
200	150	95,0	95,0	95,0	

Certificação AQUA

Não há equivalência direta.

Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

Não há equivalência direta.

7.3 Proibição de CFC

O Plano Nacional de Eliminação de CFCs lançado em 2003 representa o compromisso do Governo Brasileiro em realizar a eliminação do uso dos Clorofluorcarbonos-CFCs em todos os setores. O ciclo da Conversão Tecnológica vem auxiliando os diferentes setores a converterem suas tecnologias e processo produtivos para livres de CFCs (Ministério do Meio Ambiente, 2003). A Tabela 7.11 apresenta as condições para obtenção das certificações.

Tabela 7.11: Especificação de equipamentos derivados de CFC (**LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009**).

Certificação LEED	Proibição de especificação de equipamentos novos de refrigeração com uso de gases refrigerantes derivados de CFC (Cloro-Fluor-Carbono): • Empreendimentos Novos: Proibido CFCs; • Empreendimentos Existentes: Plano de eliminação e descontinuação (<i>Phase-out Plan</i>).
Certificação AQUA	Não há equivalência.
Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA	Não há equivalência.

7.4 Otimizar eficiência energética

A eficiência energética é um dos pilares da política de sustentabilidade para o setor de energia, e tem por objetivo otimizar o uso e reduzir o desperdício de eletricidade.

A eficiência energética de um determinado equipamento pode ser medida através da relação entre a quantidade de energia que consome e a quantidade de energia que ele gera para executar sua função. Assim, é possível observar que certos equipamentos, sistemas ou atividades são mais eficientes que outros, pois utilizam menos energia para exercer a mesma função de seus similares (Instituto Carbono Brasil). Para obter as certificações é necessária redução entre 12% a 48%, comparativo das certificações é apresentada na Tabela 7.12.

Tabela 7.12: Pré-requisitos para obter certificações visando a eficiência energética (**LEED 2009 for Core & Shell - 2009, 2009**).

Certificação LEED	Extensão do Pré-requisito 1 com a bonificação de pontos em função do melhor desempenho energético do empreendimento comprovado pela simulação.
Certificação AQUA	Não existe uma relação direta com este item, pois o capítulo de gestão de energia está focado na redução de energia primária e dos poluentes associados, porém indiretamente tem relação com o capítulo 4.1 do AQUA, que trata da redução de consumo por meio de concepção arquitetônica, e isso influencia diretamente o

Tabela 7.13: Pré-requisitos para obter certificações visando a eficiência energética- Continuação

	consumo energético de conforto térmico e iluminação, reduzindo assim o consumo energético da edificação.
Certificação ENCE- PROCEL EDIFICA	Como no processo AQUA, embora não tenha uma relação direta do item redução de energias, está indiretamente relacionado com a classificação parcial do edifício, nos sistemas, ILUMINAÇÃO e AR CONDICIONADO, que correspondem a 30% e 40% respectivamente dos pesos avaliados na certificação.

7.5 Produção de energia renovável no local – reduzir de 1% A 13%

Um dos poucos itens presentes nas três certificações

7.5.1 Certificação LEED

Incentivar a geração de energia local por fontes renováveis elegíveis:

- Térmica solar – coletores solares;
- Elétrica solar – placas fotovoltaicas;
- Elétrica eólica – aerogeradores;
- Térmica ou elétrica geotérmica, etc.

Pontuação de 1 a 7 pontos sendo maior quanto maior for a contribuição por essas fontes, variando de 1 a 13% do custo anual de energia.

7.5.2 Certificação AQUA

Aparece como crédito no nível de excelente “E” no quadro de avaliação no tópico Preocupação 4.2.3 – “Utilizar energias renováveis locais” do Referencial Técnico do processo AQUA.

É atribuído por modalidade energética local e de origem renovável, é, sobretudo, compreendido o seguinte:

- Painéis solares térmicos (para o aquecimento de água e/ou calefação de ambientes);
- Painéis solares fotovoltaicos (para a produção de eletricidade utilizada no empreendimento);
- Madeira, quando este recurso estiver disponível localmente, etc.

7.5.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

No processo ENCE-PROCEL EDIFICA, conforme já mencionado na comparação do item mandatório, de água quente, prevê bonificação para sistemas ou fontes renováveis de energia, conforme descrito no item 2.3 do RQT-C:

- Os edifícios com atividades como restaurantes, hotéis, hospitais e outros que tenham demanda de água quente em suas instalações e que utilizarem aquecimento solar de água devem provar atendimento com uma fração solar igual ou superior a 60%;
- A energia eólica ou fotovoltaica deve proporcionar uma economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício.

7.6 Comissionamento avançado

Consiste no comissionamento mais amplo no processo LEED

7.6.1 - Certificação LEED

Escopo ampliado do comissionamento básico, compreendendo:

- Análise Crítica de Projetos;
- Validação de Contratação das Instaladoras;
- Validação de Manuais de Equipamentos e de Operação dos Sistemas;
- Validação dos Treinamentos;
- Verificação da Operação dos Sistemas e Equipamentos após 10 meses de ocupação

7.6.2 - Certificação AQUA

Não há equivalência para crédito, como comparação.

7.6.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

Não há equivalência para crédito, como comparação.

7.7 Gestão avançada do gás refrigerante

Verifica o potencial de impacto dos gases refrigerantes dos equipamentos de refrigeração e condicionamento

7.7.1 Certificação LEED

Trata-se do cálculo do potencial de impacto dos gases refrigerantes dos equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar em função do tipo e quantidade de equipamento, da capacidade térmica do equipamento, tipo de gás refrigerante e quantidade de gás refrigerante (massa de gás).

7.7.2 Certificação AQUA

Não tem equivalente para crédito, como comparação.

7.7.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

Não tem equivalente para crédito, como comparação.

7.8 Medição e verificação – edificação para LEED CS

Objetivo do crédito: Incentivar a medição setorizada por uso final de sistemas prediais como premissa básica para aplicação de Planos de Medição e verificação visando metas e programas de uso racional de energia.

7.8.1 Certificação LEED

Instalar medidores para verificação e medição dos principais usos:

- Iluminação e tomadas de áreas comuns;
- Equipamentos de ar condicionado (unidades resfriadoras – Chillers, VRF; bombas de AG, AC; torres de resfriamento, etc.);
- Equipamentos de ventilação mecânica (ventiladores, exaustores, etc.);

- Elevadores;
- Bombas hidráulicas (água potável, reúso, pluviais, drenagem, etc.);
- Cargas especiais (laboratórios, equipamentos médicos, etc.);
- Cargas de processos (industriais, químicos, etc.);

7.8.2 Certificação AQUA

Aparece no grupo 7.3 - Permanência do desempenho dos sistemas de iluminação como requisito no quadro de avaliação no tópico Preocupação 7.3.1 “Disponibilizar os meios necessários para o acompanhamento e controle do desempenho durante o uso e operação” como indicador, a instalação de medidores de energia para as redes de iluminação e acompanhamento dos consumos.

7.8.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

É pré-requisito para o edifício ser elegível à etiquetagem (Item 2.4. Pré-requisitos Gerais do RTQ-C), e deve cumprir os seguintes requisitos mínimos:

- Possuir circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final: iluminação, sistema de condicionamento de ar, e outros. Caso este item não seja atendido, o nível de eficiência do edifício será no máximo C;
 - Exceções:
 - Hotéis, desde que possuam desligamento automático para os quartos;
 - Edificações com múltiplas unidades autônomas de consumo;
 - Edificações cuja data de construção seja anterior à publicação deste regulamento.

7.9 Medição e verificação de unidades locadas para LEED CS

Objetivo do crédito: Incentivar a medição setorizada por uso final de sistemas prediais como premissa básica para aplicação de Planos de Medição e verificação visando metas e programas de uso racional de energia.

7.9.1 Certificação LEED

Objetivo do crédito: Disponibilizar ao locatário a possibilidade de medição individual de energia para futuro acompanhamento e avaliação de consumo por uso final dos equipamentos/dispositivos elétricos dos sistemas, com o objetivo de criar parâmetros de monitoramento para metodologias de conservação de energia do locatário e facilitar a implementação da Certificação LEED *Commercial Interiors* - Crédito EAc3.

OBS: Caso os projetos já contemplem a inclusão (especificação e instalação) de medidores eletrônicos individuais de energia particulares por área locada (não podem ser medidores fornecidos e lacrados pela Concessionária de Energia) devido à premissa do cliente, estando os mesmos integrados na Automação Predial ou Sistema de Gerenciamento de Energia, este crédito já será atendido.

7.9.2 Certificação AQUA

Idem item 7.8.2 deste trabalho.

7.9.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

Idem item 7.8.3 deste trabalho.

7.10 Energia limpa

Embora nossa matriz energética elétrica seja na grande maioria de fontes renováveis (hidroelétricas) o USGBC não reconhece este crédito. Empresas no Brasil para obter este crédito recorrem à aquisição de *Renewable Energy Certificates* (RECs)

7.10.1 Certificação LEED

Contratação de energia elétrica por usinas que geram energia por fontes renováveis de energia conforme certificação “Green-e”. O contrato deve ser de 2 anos e deverá abranger 35% da energia total. Pode ser atendido de 2 formas:

- Aquisição no “Mercado livre” de energia elétrica de usinas geradoras por fontes renováveis;
- Aquisição de Certificados de energia Renováveis - *Renewable Energy Certificates* (RECs).

7.10.2 Certificação AQUA

Aparece como crédito no nível Superior “S” no quadro de avaliação no tópico Preocupação 4.2.2, onde se tem como base a quantidade de CO₂ gerados pelo uso de energia.

7.10.3 Certificação ENCE-PROCEL EDIFICA

Não tem equivalente para este crédito, como comparação.

7.11 Itens abordados somente no AQUA

Um dos itens relacionados com energia, porém não com eficiência energética que aparece apenas no AQUA é a parte no capítulo 12.1 tocante ao CONTROLE DA EXPOSIÇÃO ELETROMAGNÉTICA. Com medidas simples e que influenciam positivamente as demais certificações sem a concessão de créditos e bonificação, estão descritas no exemplo do Referencial Técnico AQUA. Exemplos de medidas:

O empreendedor dispõe de uma certa margem de manobra na escolha de equipamentos e de soluções construtivas para considerar seu impacto eletromagnético. Por exemplo:

- Prumadas de alimentação muito distanciadas geram mais campo eletromagnético do que prumadas de alimentação dispostas em triângulo. Localizar as prumadas de alimentação de preferência distantes dos ambientes de permanência prolongada ou sensíveis.
- Nos casos em que são utilizados pisos ou tetos radiantes elétricos, existem diversas tecnologias de cabeamento que apresentam diferentes impactos eletromagnéticos.
- Escolher criteriosamente equipamentos com bom rendimento energético (gerador com reduzido campo eletromagnético).

- Localizar o transformador em subsolos mais profundos (atenção: observar que esta disposição somente se justifica ao também se considerar outras questões além do campo eletromagnético: questões relativas à acústica, por exemplo).
- Entre o transformador e o quadro de distribuição de baixa tensão, a disposição dos cabos em camada gera mais campo eletromagnético que a disposição em triângulo.

Nestas medidas não foi considerada a utilização de eletrodutos e eletrocalhas metálicas aterradas que minimizam a influência eletromagnética do entorno.

A troca, porém influencia diretamente os cálculos de capacidade de corrente e queda de tensão dos circuitos.

7.12 Itens abordados somente no ENCE-PROCEL EDIFICA

O que diferencia o processo LEED do ENCE-PROCEL EDIFICA, no que se refere à eficiência energética é a avaliação da conformidade do empreendimento, que depende de laboratórios de inspeção credenciados pelo INMETRO.

Em consulta à página da internet do PROCEL, verificou-se apenas os laboratórios descritos na Tabela 7.13.

Tabela 7.14: Laboratórios credenciados pelo INMETRO no Brasil. (Eletrobrás, 2010)

LABORATORIOS		
Região	Instituição	Laboratório
Norte	UFPA	GEDAE
Nordeste	Neoenergia	
	UFAL	GECA
	UFRN	LABCON
Centro-oeste	UFMS	LADE
Distrito Federal	UNB	LACAM
Sudeste	UFF	LABCECA
	UFMG	LABCON
Sul	UFPEL	LABCEEE
	PUCPR	LST

No entanto em consulta feita na nova portaria 50 de 1/02/2013, ao invés de laboratórios credenciados, inclui a figura do Organismo de Inspeção Acreditado⁽²⁾ – OIA, cujo único

representante acreditado é a CERTI - FUNDAÇÃO CENTRO DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS, ligada a UFSC.

(2) Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) Pessoa jurídica, de direito público ou privado, cuja competência é reconhecida formalmente pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre). Para o Programa de Eficiência Energética em Edificações, o OIA é legalmente habilitado a emitir ENCEs, segundo o seu escopo de acreditação.

Tabela 7.15 - Quadro Resumo.

Itens de avaliação LEED	LEED	ACQUA	ENCE
Comissionamento básico dos sistemas que consomem energia	Obrigatório	Auditoria	Avaliação / Inspeção
Eficiência energética mínima	Obrigatório	Não requerido	Pré-requisito / Bônus
Proibição de CFC	Obrigatório	Não requerido	Não requerido
Otimizar eficiência energética - Reduzir 12% a 48%	Crédito 1 a 19 (NC) 3 a 21(CS) pts.	Crédito	Bônus
Energia renovável no local - Reduzir 1% a 13%	Crédito 4 pts.	Crédito	Bônus
Comissionamento avançado	Crédito 2 pts.	Não requerido	Não requerido
Gestão avançada do gás refrigerante	Crédito 2pts.	Não requerido	Não requerido
Medição e verificação (somente para LEED NC e/ou Schools)	Crédito 3 pts.	Pré requisito	Pré-requisito para nível A e B
Medição e verificação - edificação (Somente para LEED CS)	Crédito 3 pts.	Pré requisito	Pré-requisito para nível A e B
Medição e verificação - unidades locadas (somente p/ LEED CS)	Crédito 3 pts.	Não requerido	Não requerido
Energia limpa	Crédito 4 pts.	Crédito	Bônus
Preocupação Eletromagnética	Não requerido	Crédito	Não requerido
Inspeção de instalações por órgão acreditado (OIA)	Não requerido	Não requerido	Obrigatório

8 - CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho verificou-se que a comparação pura e simples das três certificações, isolando-se apenas a parte da eficiência energética passa a ser pouco conclusiva. Em certos aspectos, porém, nos faz entender os propósitos das mesmas que são, muitas vezes, relacionados com a origem e o panorama da época da criação.

8.1 Considerações finais

O LEED foi elaborado a partir de união de líderes e especialistas de mercado com o intuito de desenvolver critérios e parâmetros de avaliação para projetar, construir e operar edifícios com alto desempenho e sustentabilidade. Isso o torna um processo um tanto quanto restritivo tendo que seguir parâmetros mínimos muito exigentes em relação às outras certificações comparadas. E este foi um dos motivos de se escolher o LEED como base de comparação.

Embora não tenha sido feita a comparação de custos, nem foi propósito deste trabalho, a análise nos leva a crer que a preocupação maior da certificação LEED está na eficiência operacional mais do que em custo de construção.

Já o AQUA, com origem europeia está mais voltada a usuários e sustentabilidade global, tornando a eficiência energética uma consequência e não um fim. Isso fica claro nas próprias preocupações de créditos e na maneira de tratar a certificação pelo Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), que avalia o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), que avalia o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

A certificação ENCE-PROCEL EDIFICA, embora tenha muita correspondência com a do processo LEED, e por ter sido elaborado exclusivamente por empresas governamentais e acadêmicas, espelhando a realidade brasileira, como processo fica um tanto quanto “burocrático”. Mesmo sendo também um pouco restritivo, não tem a exigência da Certificação LEED.

Para ilustrar, se simularmos um edifício com certificação LEED atendendo apenas os pré-requisitos em Energia e Atmosfera, concluiremos que devido às restrições dos pré requisitos, o edifício automaticamente atingirá os níveis “B” no quesito iluminação e “C” no quesito Ar

condicionado no processo ENCE-PROCEL EDIFICA. Para completar o quadro, considerando a Envoltória como nível “E” (o menos eficiente) teremos condição de aplicar a equação 6.1 alcançando desta forma uma classificação geral da edificação “C” ($0,3 \times 1 + 0,3 \times 4 + 0,4 \times 3 = 2,7 \Rightarrow$ tabela 5.6 $\Rightarrow$ Nível “C”).

8.2 Principais conclusões

Se analisarmos as certificações no que se refere à eficiência energética, concluímos que:

- O sistema LEED é o mais completo das três certificações e garantirá especialmente para empreendimentos de maior envergadura, um maior ganho de eficiência em longo prazo com impactos positivos para a valorização da construção.
- Os sistemas AQUA e ENCE-PROCEL EDIFICA, por trazerem menor grau de exigência e terem sido desenvolvidos para a realidade brasileira, poderão ser, no que tange a eficiência energética, de mais fácil manejo.
- Os três processos de certificação analisados levarão a construções mais benéficas em termos de saúde e conforto para os seus usuários e, ao proteger o meio ambiente, mais benéficas à sociedade como um todo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

EPA United States Environmental Protection Agency. (s.d.). *Renewable Energy Certificates (RECs)*. Acesso em 11 de julho de 2013, disponível em <http://www.epa.gov/greenpower/gpmarket/rec.htm>

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (15 de setembro de 2008). *Máquinas elétricas girantes - Motores de indução*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

American Society of Heating, R. a.-C. (2007). ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Eletrobrás, L. P. (2010). *Vol 1 Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em www.eletrobras.com:

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=etiquetagem%20de%20efici%C3%Aancia%20energ%C3%A9tica%20de%20edifica%C3%A7%C3%B5es&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eletrobras.com%2Felb%2Fservices%2Feletrobras%2FContentManagementPlus%2F>

Fundação Carlos Alberto Vanzolini. (2013). *Processo AQUA Construção Sustentável*. Acesso em 07 de 2013, disponível em Fundação Carlos Alberto Vanzolini:

<http://www.r3ciclo.com.br/upload/biblioteca/affa06b703e0edf0499d993c8d5709c1.pdf>

Instituto Carbono Brasil. (s.d.). *Eficiência Energética*. Acesso em 07 de 2013, disponível em Instituto Carbono Brasil: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/energias/eficiencia_energetica1

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, N. E.-I. (22 de junho de 2009). *RAC-C REGULAMENTO DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em <http://www.procelinfo.com.br/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID={742186D9-582F-4900-BBD2-8A3FD8A974EC}&ServiceInstUID={46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1}>

LEED 2009 for Core & Shell - 2009. (2009). Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em USGBC.org: <http://www.usgbc.org/resources/leed-core-and-shell-v2009-current-version>

Lima, P. H. (2009). *Exigência para século XXI*. Acesso em 07 de 2013, disponível em Universidade de São Paulo: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Dissertacao_ProjetoSustentavel.pdf

Loyola, G. d. (2011). *Estudo comparativo para padronização de edificações industriais sustentáveis através da certificação LEED*. Acesso em 05 de 2013, disponível em FAE Centro Universitário: www2.fae.edu/galeria/getImage/1/23857197638351012.pdf

Macedo, M. L. (06 de 2009). *análise comparativa dos processos de certificação energética de edifícios existentes aplicadas na União Européia*. Acesso em 05 de 2013, disponível em Faculdade de Engenharia da Faculdade de Porto: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59684/1/000136597.pdf>

Macedo, M. L. (junho de 2009). *Análise comparativa dos Processos Existentes aplicados na União Europeia*. Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ministério do Meio Ambiente. (2003). *Plano Nacional de Eliminação de CFCs*. Acesso em 07 de 2013, disponível em Ministério do Meio Ambiente:
http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_arquivos/pnc.pdf

REFERENCIAL TÉCNICO DE CERTIFICAÇÃO - Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA. (outubro de 2007). Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em www.vanzolini.org.br: REFERENCIAL TÉCNICO

Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C). (2010). Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em www.procelinfo.com.br:
<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7BF7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>

Silva, D. (2010). *Certificações para construções sustentáveis no Brasil*. Acesso em 07 de 2013, disponível em Instituto Ressoar:
http://www.ressoar.org.br/dicas_sustentabilidade_certificacao_para_construcoes.asp

U.S. Green Building Council, I. (s.d.). *LEED for commercial interiors v2009*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em [usgbc.org](http://www.usgbc.org): <http://www.usgbc.org/resources/leed-commercial-interiors-v2009-current-version>

U.S. Green Building Council, I. (s.d.). *LEED for existing buildings v2009*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em [usgbc.org](http://www.usgbc.org): <http://www.usgbc.org/resources/leed-existing-buildings-v2009-current-version>

U.S. Green Building Council, I. (s.d.). *LEED for homes v2008*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em [usgbc.org](http://www.usgbc.org): <http://www.usgbc.org/resources/leed-homes-v2008-current-version>

U.S. Green Building Council, I. (2009). *LEED for Neighborhood Development*. Fonte:
<http://www.usgbc.org/>.

U.S. Green Building Council, I. (s.d.). *LEED for new construction v2009*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em [usgbc.org](http://www.usgbc.org): <http://www.usgbc.org/resources/leed-new-construction-v2009-current-version>

U.S. Green Building Council, I. (s.d.). *LEED for schools-new construction v2009*. Acesso em 7 de maio de 2013, disponível em [usgbc.org](http://www.usgbc.org): <http://www.usgbc.org/resources/leed-schools-new-construction-v2009-current-version>

ANEXO I

TRANSCRIÇÃO EM PORTUGUES DOS ITENS OBRIGATÓRIOS DA ASHRAE 90.1-2007 - Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings

Seção 6

A Seção 6 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Eficiência energética de equipamentos de Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento de Ar. do edifício e o item 6.4 disposições obrigatórias (Mandatory Provisions)

6.4.1.1 Atender eficiência mínima das Tabelas 6.8.1A a 6.8.1G – que estão de acordo com as condições ARI (The Air-Conditioning and Refrigeration Institute)– para os seguintes equipamentos:

- a) Ar condicionado e unidades condensadoras;
- b) Bombas de calor;
- c) Resfriadores de líquido (chillers);
- d) Equipamentos compactos (PTACs);
- e) Fornalhas e unidades de aquecimento;
- f) Boilers;
- g) Equipamentos de rejeição de calor (torres de resfriamento ou condensadores de ar).

6.4.1.2 Eficiência mínima de centrífugas que não foram projetadas para operar nas condições ARI Standard 550/590

6.4.1.3 Equipamentos não listados nas tabelas referenciadas pelos itens 6.4.1.1 e 6.4.1.2 podem ser usados.

6.4.1.4 Verificação quanto ao nível de eficiência dos equipamentos. A informação fornecida pelo fabricante sobre a eficiência do equipamento deve ser verificada conforme segue:

- a) Equipamentos cobertos pelo *Federal Energy Policy Act of 1992* (EPACT) devem atender aos requisitos de certificação *do U.S. Department of Energy*;
- b) Se houver programa de certificação similar que inclua esta categoria de produto, este deve estar listado neste programa de certificação;

c) Se houver programa de certificação similar que inclua esta categoria de produto e o produto não está listado, os resultados devem constar em relatório emitido por um laboratório independente;

d) Se não houver programa de certificação do produto, o nível de eficiência pode ser determinado de acordo com os dados fornecidos pelo próprio fabricante;

e) Quando os componentes, tais como condensadores e evaporadores internos e externos, forem de diferentes fabricantes, a eficiência combinada deve atender aos requisitos do item 6.4.1;

f) Produtos de rejeição de calor devem ter o nível de eficiência estabelecido de acordo com os dados fornecidos pelo próprio fabricante.

6.4.1.5 – Etiquetagem (labeling)

6.4.1.5.1 Equipamento mecânico que não seja coberto pela NAECA de 1987 deve ter uma etiqueta instalada pelo fabricante, confirmando que está em conformidade com os requisitos da norma ASHRAE/IESNA 90.1-2004.

6.4.1.5.2 Aparelhos compactos com menos de 0,40m de altura e 1,00m de largura devem ter etiqueta com o seguinte texto:

“Fabricado para reposição apenas: Não deve ser instalado em novos empreendimentos.”

6.4.2 Os cálculos da carga térmica devem ser feitos de acordo com normas, padrões de engenharia e manuais aceitos usualmente, como por exemplo, a ASHRAE Handbook – Fundamentals

6.4.3.1.1 Especificações gerais para os termostatos. O fornecimento de energia para resfriamento ou para aquecimento em cada zona deve ser controlado individualmente por um termostato, que responda à temperatura da zona.

Unidades residenciais podem ser consideradas como uma única zona.

Exceção: Sistemas perimetrais, projetados para atuar apenas sobre a carga proveniente do envelope da edificação podem atender a uma ou mais zonas também servidas por um sistema interno, desde que:

a) o sistema perimetral inclua pelo menos um termostato de controle para cada fração de parede externa da edificação com comprimento maior ou igual a 15 metros, exposta a uma mesma orientação; e

b) o sistema perimetral de aquecimento e resfriamento seja controlado por um termostato de controle localizado dentro da zona servida pelo sistema.

Paredes externas são consideradas com diferentes orientações se as direções para as quais estão voltadas diferirem em mais de 45°.

6.4.3.1.2 Quando usados para atuar sobre o aquecimento e o resfriamento, os termostatos de controle devem ser capazes de prover uma faixa de temperatura do ar de pelo menos 3°C (deadband), no qual o suprimento da energia para aquecimento e resfriamento é desligado ou reduzido para o mínimo.

Exceções:

a) Termostatos que requerem seleção manual para alternar entre os modos de aquecimento e resfriamento;

b) Aplicações especiais onde uma faixa ampla de temperatura não é aceitável, como por exemplo: casas de repouso; processos específicos; museus; centrais de processamento de dados e alguns locais em hospitais.

6.4.3.2 Onde os controles termostáticos para aquecimento e resfriamento da zona são independentes deve-se fornecer meios para evitar que o setpoint de aquecimento seja superior ao setpoint de resfriamento menos uma faixa aplicável.

a) Os sistemas devem ter controles para horários fora de expediente conforme requerido nos itens 6.4.3.2.1 até 6.4.3.2.4.

Exceções:

a) Sistemas atendendo quartos de hotéis e motéis;

b) Sistemas que operam continuamente;

c) Sistemas com capacidade menor do que 4,4 kW que são equipamentos com controle manual facilmente acessível.

6.4.3.2.1 Desligamento automático: o sistema de condicionamento de ar deve ser equipado com pelo menos um dos itens abaixo:

a) controles que podem acionar e desativar o sistema sob diferentes condições de rotina de operação, para sete tipos diferentes de dias da semana; capazes de reter a programação durante a falta de energia por pelo menos 10 horas; incluindo um controle manual que permita a operação temporária do sistema por até duas horas;

b) um sensor de ocupação que seja capaz de desligar o sistema quando nenhum ocupante é detectado por um período de até 30 minutos;

c) um temporizador de acionamento manual capaz de ser ajustado para operar o sistema por até duas horas;

d) integração com o sistema de segurança e alarmes da edificação, que desligue o sistema de condicionamento de ar quando o sistema de segurança é ativado.

Exceção: residências podem ter automação com rotina de operação para apenas dois tipos diferentes de dia.

6.4.3.2.2 Sistemas de aquecimento em zonas climáticas 2 a 8, e que tenham temperatura de projeto inferior a 4°C, devem estar equipados com controles que tenham a capacidade de reiniciar automaticamente e temporariamente operar o sistema, conforme requerido para manter a temperatura das zonas acima de um setpoint de aquecimento ajustável até 13°C ou menos.

Sistemas de resfriamento em zonas climáticas 1b, 2b e 3b, e que tenham temperatura de projeto superior a 38°C, devem estar equipados com controles que tenham a capacidade de reiniciar automaticamente e temporariamente operar o sistema como requerido para manter a temperatura das zonas abaixo de um setpoint de resfriamento ajustável até 32°C ou maior ou prevenir altos níveis de umidade nas zonas.

6.4.3.2.3 Sistemas de insuflamento de ar individuais com capacidade acima de 5.000 L/s (18.000 m³/h), servidos por um ou mais ventiladores devem ter controle de acionamento otimizado. O algoritmo de controle deve ser, no mínimo, função da diferença de temperatura do ar interno e o setpoint, e o tempo que antecede a efetiva ocupação.

Entende-se por controle de acionamento otimizado: controles que são projetados para automaticamente ajustar o início da operação do sistema de condicionamento de ar a cada dia com a intenção de trazer o espaço para os níveis de temperatura desejados imediatamente antes da ocupação programada.

6.4.3.2.4 Sistemas de condicionamento de ar servindo diferentes zonas térmicas destinadas à operação ou ocupação não simultânea devem ser divididos em áreas isoladas. As zonas devem ser agrupadas em áreas isoladas que não ultrapassem 2.300 m² de área condicionada e não incluindo mais do que um pavimento. Cada área isolada deve ser equipada com dispositivos de isolamento capazes de desativar automaticamente o suprimento de ar condicionado e ar externo, além do sistema de exaustão. Cada área isolada deve ser controlada independentemente por um dispositivo que atenda os requisitos do item 6.4.3.2.1 (Automação). Para sistemas de condicionamento central, os controles e dispositivos devem permitir a operação estável do sistema e equipamentos para qualquer período de tempo enquanto atendem à menor área isolada servida pelo sistema central.

Exceções ao item 6.4.3.2.4: Dispositivos e controles de isolamento não são requeridos para as seguintes condições:

- a) exaustão de ar e tomada de ar externo quando conectadas às zonas onde o sistema de ventilação é menor ou igual a 2.400 l/s;
- b) exaustão de ar de uma zona isolada com vazão de menos de 10% da vazão nominal do sistema de exaustão ao qual está conectada;

c) zonas destinadas à operação contínua ou planejadas para estarem inoperantes apenas quando todas as demais zonas estiverem inoperantes.

6.4.3.3.1 e 6.4.3.3.2 Dampers de ventilação nas escadas e elevadores devem ser motorizados e capazes de serem desligados automaticamente durante a operação normal do edifício e integrados para abrir quando requerido pelo sistema ao detectar fogo e/ou fumaça.

Todo o abastecimento de ar externo e coifas, dutos e ventiladores de exaustão devem ser equipados com dampers motorizados que desliguem automaticamente quando o espaço servido não está em uso.

Exceções:

a) Dampers de gravidade (não motorizados) são aceitos em edifícios com menos de três pavimentos acima do nível da rua e para edifícios de qualquer altura nas zonas climáticas 1, 2 e 3.

b) Sistema de ventilação que serve espaço não condicionado.

6.4.3.3.3 O abastecimento de ar externo e o sistema de exaustão devem ser equipados com dampers motorizados capazes de serem desligados automaticamente quando o sistema ou o espaço servido não está em uso.

Os dampers de ventilação de ar externo devem ser capazes de desligar automaticamente durante o período de pré-aquecimento e pré-resfriamento da edificação, enquanto desocupada, exceto nos casos em que a ventilação reduz os custos com energia (ventilação noturna) ou quando a ventilação é exigida por outros códigos locais.

Exceções:

a) Dampers de gravidade (não motorizados) são aceitos em edifícios com menos de três pavimentos acima do nível da rua e para edifícios de qualquer altura nas zonas climáticas 1, 2 e 3.

b) Dampers por gravidade (não motorizadas) são aceitos em sistemas com capacidade de insuflamento ou exaustão de ar de 104 L/s ou menos.

6.4.3.3.4 Onde os dampers de insuflamento e de exaustão de ar são requeridos no item 6.4.3.3 eles devem ter uma taxa máxima de infiltração de ar quando testados de acordo com a AMCA Standard 500, conforme a tabela 6.4.3.3.4 da ASHRAE 90.1-2007

6.4.3.3.5 Ventiladores com motores maiores que 0,5 kW devem possuir controles automáticos de acordo com o item 6.4.3.2.1 (acima), que sejam capazes de desligar os ventiladores quando não estão em uso.

Exceção: sistemas de condicionamento de ar que operam continuamente.

6.4.3.4 Bombas de calor com aquecedor auxiliar através de resistência elétrica devem ser dotadas de sistema de controle que evite a operação do aquecimento suplementar quando a carga de aquecimento possa ser atendida apenas pela bomba de calor. A operação do aquecimento suplementar é permitida durante os ciclos de degelo da serpentina externa. Exceção: bombas de calor, cujas eficiências mínimas são reguladas pela NAECA e cujas resistências elétricas estão incluídas no índice de eficiência apresentado na tabela 6.8.1B.

6.4.3.5 Umidificadores cujos invólucros de pré-aquecimento sejam montados no fluxo de ar deverão ser fornecidos com uma válvula automática para desligar o pré-aquecimento quando a umidificação não for solicitada.

6.4.3.6 Zonas atendidas por sistemas com capacidade para umidificação e desumidificação devem possuir meios de prevenir a operação simultânea desses dois sistemas.

Exceções:

a) Zonas atendidas por sistemas de absorção de umidade, usados com resfriamento evaporativo em série;

b) Sistemas atendendo zonas com requisitos especiais quanto ao controle de umidade.

6.4.3.7 Sistemas anti-congelamento de tubulações externas e trocadores de calor devem ter controles automáticos capazes de desligarem os sistemas quando a temperatura externa estiver acima de 4°C ou quando ou quando as condições do fluido irão prevenir o congelamento.

6.4.3.8 Sistemas com taxa de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 l/s, servindo áreas com densidade de ocupação superior a 100 pessoas por 100 m², devem incluir meios de reduzir automaticamente a tomada de ar externo abaixo dos níveis de projeto quando os espaços estão parcialmente ocupados.

Controles de ventilação devem atender a ASHRAE Standard 62 e códigos locais.

Exceção: sistema com recuperador de calor que atenda o item 6.5.6.1.

6.4.4.1.1 Isolamento térmico requerido por esta seção deve ser instalado de acordo com padrões aceitáveis (ver normas listadas no Appendix E). Esses requerimentos não se aplicam a equipamentos do sistema de condicionamento de ar. Isolamento térmico deve ser protegido de danos, incluindo aqueles provenientes da radiação solar, umidade, manutenção de equipamentos e vento, mas não limitado a:

a) Isolamento exposto ao tempo deve ser adequado a esta situação, como por exemplo, protegidos por alumínio, chapa metálica, ou capas plásticas. Isolamento de poliuretano ou outras espumas devem ser protegidos conforme acima ou pintados com revestimento que seja retardador de água e que forneça proteção quanto à radiação solar que possa degradar o material;

b) Isolamento cobrindo tubulação de água gelada, tubulação de sucção de refrigerantes, ou dutos de resfriamento localizados fora de ambientes condicionados devem incluir um retardador de vapor localizado fora do isolamento térmico. Todas as aberturas e juntas devem estar seladas.

6.4.4.1.2 Dutos e plenuns de distribuição do sistema de condicionamento de ar devem possuir isolamento térmico conforme tabela 6.8.2.A e 6.8.2.B.

Exceções:

a) Plenuns, caixas e dutos como parte do equipamento de condicionamento de ar, testado e classificado conforme 6.4.1;

b) Dutos ou plenuns localizados em espaços aquecidos, semi-aquecidos ou refrigerados;

c) Para trechos de dutos com menos de 3m de comprimento que levam a difusores de ar, o valor de R-value deve ser igual a $0,6 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;

d) Difusores de ar e saídas dos plenuns que estejam expostas a espaços condicionados indiretamente ou em espaços não condicionados com mais de $0,5 \text{ m}^2$ de exposição não precisam exceder R-value de $0,4 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$; e áreas de difusores menores ou iguais a $0,5 \text{ m}^2$ não precisam ser isoladas termicamente.

6.4.4.1.3 Tubulações devem ser termicamente isoladas de acordo com a tabela 6.8.3.

Exceções:

a) Tubulação instalada de fábrica dentro do equipamento testado e classificado de acordo com o item 6.4.1.

b) Tubulação que leva fluidos que tenham uma faixa de operação com temperatura entre 16°C e 41°C .

c) Tubulação que leva fluidos que foram aquecidos ou resfriados por energia renovável ou quando o ganho ou perda de calor não aumenta o uso de energia.

d) Tubulação de água quente entre válvula de retenção e serpentina não excedendo 1,20 m de comprimento quando localizada em espaços condicionados.

e) Conexões em sistemas de aquecimento (vapor, condensação de vapor e água quente).

6.4.4.2.1 Dutos e plenuns devem ser selados de acordo com a tabela 6.4.4.2.A (a tabela 6.4.4.2.B indica o nível do selante), conforme requerido para atender o item 6.4.4.2.2 (a seguir) e de acordo com normas aceitáveis (ver Appendix E).

6.4.4.2.2 Dutos com mais de 750 Pa de pressão estática devem ser testados quanto a estanqueidade do ar (ver norma no Appendix E). Seções representativas totalizando não menos do que 25% da área total instalada de dutos para a referida pressão devem ser testadas. Os sistemas de dutos com pressão excedentes a 750 Pa devem ser identificados nos projetos. A taxa de vazamento de ar máxima permitida nos dutos é definida pela seguinte fórmula:

$$L_{\max} = CL (P0,65/1000)$$

Onde:

$L_{\max}$ = máxima infiltração permitida, em L/s.m² de área de superfície do duto

CL = classe de vazamento no duto, em L/s.m² a 1 Pa,

Igual a 8 para dutos retangulares de chapas metálicas, retangular de fibras, e circulares flexíveis,

Igual a 4 para dutos circulares de metal ou dutos de fibras de vidro

P = pressão de teste, que deve ser igual à pressão de projeto, em Pa.

6.4.5 Elaborar documento de entrega do sistema de condicionamento de ar, conforme requisitos do item 6.7.2:

6.7.2.1 Projeto executivo, as built, em até 90 dias após o registro da entrega do sistema ao proprietário ou seu representante. Deve contemplar, no mínimo, a locação e dados de desempenho de cada equipamento, configuração geral do sistema de distribuição de dutos e tubulações, incluindo dimensões e taxas de vazão de ar e água projetadas;

6.7.2.2 Os projetos executivos devem exigir que manuais de operação e manutenção sejam entregues ao proprietário ou seu representante em até 90 dias após a entrega dos sistemas. Esses manuais devem ser elaborados conforme padrões aceitáveis, e devem conter no mínimo:

a) Dados que especifiquem a capacidade dos equipamentos e as opções selecionadas para cada parte dos equipamentos que requeiram manutenção.

b) Manuais de operação e manutenção de cada peça dos equipamentos que requeiram manutenção exceto os equipamentos que não foram fornecidos como parte do projeto. As ações de manutenção que são necessárias devem estar claramente identificadas.

c) Nomes e endereços de contato de no mínimo uma empresa de serviços de manutenção ou fornecedor.

d) Informações sobre a manutenção e calibração dos sistemas de controle de HVAC, incluindo diagramas elétricos, esquemáticos, e descrição da sequência de controle. Os setpoints desejados ou determinados em campo devem estar permanentemente especificados e gravados em croquis de controles nos equipamentos para essa finalidade, ou em caso de sistemas automatizados, na programação.

e) Narrativa completa de como cada sistema está previsto para operar, incluindo os setpoints sugeridos.

6.7.2.2 Balanceamento dos sistemas

6.7.2.2.1 Geral. Os projetos executivos devem exigir que todo o sistema de condicionamento de ar seja balanceado conforme padrões aceitáveis (Apêndice E). Deve ser solicitado que um relatório de balanceamento seja entregue ao proprietário ou seu representante para os sistemas de HVAC que atenderem zonas com uma área total condicionada maior que 460m².

6.7.2.2.2 Balanceamento do sistema de distribuição de ar. Os sistemas de distribuição de ar devem ser balanceados com prioridade para minimizar as perdas por modulação de carga. Portanto, para ventiladores maiores do que 0,75 kW, a velocidade deve ser ajustada para atender as condições de vazão de projeto.

6.7.2.2.3 Balanceamento do sistema de distribuição de líquido. Circuitos de distribuição de líquido (ex: circuito de água gelada) devem ser proporcionalmente balanceados para, primeiro, minimizar as perdas por modulação de carga. Portanto, o impulsor da bomba ou a sua velocidade deve ser ajustado para atender às condições de projeto.

Exceção: Não há necessidade de ajuste no impulsor ou na velocidade da bomba para:

- a) Bombas com motores de 7,5 kW ou menos.
- b) Quando a modulação resulta em não mais do que 5% da potência nominal (HP) da bomba ou 2,25 kW, o que for maior, acima do requerido se o impulsor for ajustado (trimmed).

6.7.2.4 – Comissionamento do sistema. Os sistemas de condicionamento de ar devem ser testados para garantir que os elementos de controle estão calibrados, ajustados e numa condição própria de trabalho. Para projetos maiores que 4.600m² de área condicionada, exceto depósitos e espaços semi-aquecidos, instruções detalhadas para comissionamento de sistemas de HVAC (apêndice E) devem ser disponibilizados pelo projetista no memorial descritivo e especificações.

Seção 7

OBS: A Seção 7 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Serviços de aquecimento de Água para novos prédios e reformas e o item 7.4 disposições obrigatórias (Mandatory Provisions)

Atender os requisitos de sistemas de aquecimento de água relacionados a eficiência mínima de aquecedores, controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.;

Seção 7.4 – Aquecimento de Água: Requisitos de sistemas de aquecimento de água relacionados a eficiência mínima de aquecedores, controle dos equipamentos e sistemas, isolamento térmico, etc.;

7.4.1 O cálculo da carga térmica deve ser feito de acordo com o manual de dimensionamento do fabricante ou com as normas geralmente aceitas pela engenharia, como por exemplo, o ASHRAE Handbook HVAC Applications.

7.4.2 Eficiência dos equipamentos.

Todo equipamento de aquecimento de água, boiler de fornecimento de água quente usado apenas para aquecimento de água potável, aquecedores de piscinas, e tanques de armazenamento de água quente devem atender os critérios listados na Tabela 7.8. Onde múltiplos critérios estiverem listados, todos devem ser atendidos. A omissão de requisitos mínimos de eficiência para certas classes de equipamentos não impede o uso de tal equipamento onde apropriado. Equipamentos não listados na tabela 7.8 não possuem requisitos mínimos de eficiência.

Exceção: todo aquecedor de água e boiler com capacidade de armazenamento superior a 530 L não precisa atender ao requisito de perda em standby (standby loss) da tabela 7.8 quando:

- a) A superfície do tanque é termicamente isolado a $2,2\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, e
- b) Uma lâmpada piloto não está instalada; e
- c) Aquecedores de acumulação a gás ou óleo que tenham damper na chaminé ou combustão auxiliada por ventilador.

7.4.3 As tubulações de serviço de água quente a seguir devem ser isoladas de acordo com a Tabela 6.8.3:

- a) Sistema de tubulação para recirculação, incluindo tubulação de suprimento e retorno de aquecedor do tipo tanque de circulação.
- b) Os primeiros 2,40 metros de tubulação de saída para um sistema de acumulação de não-recirculação em temperatura constante.
- c) A tubulação de entrada entre o tanque de armazenamento e o sifão em um sistema de armazenamento sem recirculação.
- d) Tubulações que são aquecidas externamente.

7.4.4.1 Os controles de temperatura devem ser fornecidos de maneira que permitam o ajuste da temperatura de armazenamento desde 49°C , ou menos, até o valor máximo compatível com o uso desejado.

Exceções: quando o manual de instalação do fabricante especificar uma temperatura mínima do termostato para minimizar a condensação e possível corrosão.

7.4.4.2 Sistemas projetados para manter a temperatura de uso em tubulações de água quente, como os sistemas de recirculação ou de aquecimento externo, devem ser equipados com comando de tempo automático ou outros controles que podem ser regulados para

desligar o sistema de manutenção da temperatura usual durante longos períodos de tempo quando a água quente não for requerida.

7.4.4.3 Meios de controle devem ser fornecidos para limitar em 43°C a temperatura máxima da água distribuída em lavatórios de sanitários públicos.

7.4.4.4 Quando usadas para manter a temperatura da água no tanque de armazenamento, bombas de recirculação devem ser equipadas com controles de limitação de operação para um período do começo do ciclo de aquecimento a um máximo de 5 minutos depois do fim do ciclo.

7.4.5 Piscinas

7.4.6 Sifões. As tubulações verticais que servem os tanques de armazenamento de água quente em um sistema de não-recirculação devem possuir sifão (heat trap) na tubulação de entrada e de saída de água o mais próximo possível do tanque. O sifão é um recurso utilizado para evitar a convecção natural da água aquecida pela tubulação vertical. Pode ser um dispositivo especificamente projetado para tal aplicação ou uma disposição dos tubos que forme ou um loop de 360°, ou uma tubulação que inclua um comprimento de tubo direcionado para baixo antes da conexão com a tubulação de subida para o sistema de distribuição de água (ou seja, em tubulações verticais, deve-se montar um “U”; em tubulações horizontais deve-se montar um “L” invertido).

Seção 8

OBS: A Seção 8 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Energia e o item 8.4 disposições obrigatórias (Mandatory Provisions)

8.4.1.1 Alimentadores devem ser dimensionados para uma queda de tensão de no máximo 2%, considerando a carga de projeto.

8.4.1.2 Condutores do circuito de distribuição devem ser dimensionados para uma queda de tensão de no máximo 3%, considerando a carga de projeto.

Seção 9

OBS: A Seção 9 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Iluminação e o item 9.4 disposições obrigatórias (Mandatory Provisions)

9.1 Escopo. Esta seção aplica-se a:

- a) Espaços internos de edificações;
- b) Dispositivos de iluminação externa, incluindo fachadas, coberturas iluminadas, elementos arquitetônicos, entradas, saídas, docas, marquises iluminadas; e
- c) Iluminação externa no solo abastecida pelo sistema elétrico da edificação.

Exceções:

- a) iluminação de emergência que é automaticamente desligada durante a operação normal do edifício.
- a) Iluminação dentro das unidades residenciais.
- b) Iluminação que é especificamente designada assim como requerida por uma questão de saúde ou segurança de vida, regra, ou regulamento.
- c) Sistemas de iluminação a gás decorativo.

9.4 Disposições Obrigatórias (Mandatory Provisions)

9.4.1 Desligamento automático. O sistema de iluminação interna de edificações maiores que 465 m² deve ser controlado por um dispositivo para desligamento automático da iluminação em todos os espaços. Este dispositivo de controle automático deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções:

- a) Um sistema automático com programação diária (schedules) que desligue a iluminação em horário pré-definido – uma programação independente deverá ser providenciada para áreas de até 2.323m² e não mais do que um pavimento; ou
- b) Um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a desocupação do espaço; ou
- c) Um sinal de outro controle ou um sistema de segurança (alarme) que indique que a área está desocupada.

Exceções: as seguintes condições não deverão requerer um sistema automático de controle:

- d) Iluminação designada para operação 24 horas por dia;
- e) Iluminação em espaços onde existe tratamento ou repouso de pacientes;
- f) Espaços onde o desligamento automático da iluminação pode comprovadamente oferecer risco à segurança ou integridade física dos usuários de um ambiente ou do edifício.

9.4.1.2 Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente. Cada controle deve ser facilmente acessível e localizado de forma que o ocupante possa ver todo o sistema de iluminação que está sendo controlado.

- a) Deve ser instalado um dispositivo de controle que automaticamente desligue a iluminação 30 minutos após a desocupação do ambiente em (exceto em espaços com controle para situações variadas – multi-scene):

- 1) Salas de aula (não incluindo salas de aula de ateliês, oficinas, laboratórios e salas desde a pré-escola até o final do segundo grau),

- 2) Salas para conferências ou reuniões,
- 3) Salas de almoço ou descanso de funcionários.

Esses espaços não precisam ser conectados com outro sistema automático de controle para desligamento da iluminação.

b) Para todos os outros espaços, cada dispositivo de controle deve ser ativado, seja manualmente por um ocupante, ou automaticamente por sensores de presença. Cada dispositivo de controle deve atuar sobre uma área máxima de 232m², para ambientes até 929m², e atuar sobre uma área de até 929m² para ambientes maiores do que 929m², e ser capaz de ignorar a programação de desligamento automático por não mais do que 4 horas.

Exceções: Acionamento remoto deve ser permitido por razões de segurança quando o dispositivo de controle remoto possuir uma lâmpada indicadora como parte dele ou próxima dele e que seja claramente identificado qual sistema de iluminação ele controla.

9.4.1.3 A iluminação externa não excluída pelo item 9.1 deve ter controle automático capaz de desligar o sistema quando houver luz natural suficiente ou quando a iluminação não for requisitada durante o horário noturno. A iluminação não designada para operar em função da disponibilidade de luz natural deve ser controlada por um dispositivo programável de acordo com a hora Astronômica (astronomical time switch). Dispositivos desse tipo devem ser capazes de reter a programação na memória durante a falta de energia por um período de pelo menos 10 horas.

Exceções: Iluminação para entradas cobertas de veículos ou saídas do edifício ou ainda garagens onde esta é requerida por questões de segurança ou para a adaptação dos olhos.

9.4.1.4 Controles adicionais:

- a) Iluminação para demonstração ou destaque deve possuir controles separados.
- b) Iluminação usada com o propósito de exibição deve ter um dispositivo de controle separado.
- c) Quartos e suítes de hotéis e motéis devem ter um dispositivo regulador mestre na entrada principal do cômodo que controla todas as luminárias instaladas permanentemente e os receptores conjugados.
- d) Iluminação de tarefa ou iluminação suplementar, incluindo luminárias embutidas em prateleiras e armários, deve ter um dispositivo de controle integrado com a luminária ou interruptor de parede, desde que esse interruptor seja facilmente acessível e localizado de tal maneira que o ocupante consiga visualizar a iluminação que está sendo controlada.
- e) Iluminação para aplicações não visuais, como para o crescimento de vegetação e aquecimento de comida, deve ter dispositivo de controle separado.
- f) Equipamento de iluminação para venda ou para demonstração com propósito educacional deverá ter um dispositivo de controle separado.

9.4.2 Luminárias projetadas para usar uma ou três lâmpadas fluorescentes tubulares, com mais que 30 W cada uma, deverão usar reatores duplos no lugar de reatores individuais quando duas ou mais luminárias estão em um mesmo espaço e sob o mesmo controle.

Exceções:

- a) Luminárias embutidas e distantes mais do que 3 metros, medido de centro a centro.
- b) Luminárias de sobrepor ou pendentes que não são contínuas.
- c) Luminárias que usam reatores eletrônicos de alta frequência para uma lâmpada.
- d) Luminárias que usam reatores eletromagnéticos ou eletrônicos de alta frequência para três lâmpadas.
- e) Luminárias em circuitos de emergência.
- f) Luminárias sem par disponível (para compartilhar o reator).

9.4.3 Sinalizadores de saída internamente iluminados não devem exceder 5 watts por face.

9.4.4 Todas as luminárias da área externa do edifício, instaladas no solo (postes, etc.), que operam com mais que 100 W devem conter lâmpadas com eficiência mínima de 60 lm/W a menos que a luminária seja controlada por um sensor de movimento ou se qualifique para uma das exceções dos itens 9.1.1 ou 9.4.5

9.4.5 A potência total permitida para toda a iluminação externa é a soma das densidades de potência individuais permitidas na tabela 9.4.5 para as respectivas aplicações, mais um adicional de 5% sobre o total. Trade-offs são permitidos somente entre aplicações listadas na tabela como “Tradable Surfaces”.

Exceções: iluminação usada para as seguintes aplicações é isenta quando equipada com um dispositivo de controle independente do controle da iluminação não isenta:

- a) Sinalização específica, direcional, e iluminação de marcação associada com transporte;
- b) Sinalização de advertência ou direcional;
- c) Iluminação integrada a equipamento ou instrumentação e instalada pelo próprio fabricante;
- d) Iluminação com propósitos teatrais, incluindo performances, palco, produção de filme, e produção de vídeo;
- e) Iluminação para quadras e áreas de esportes.
- f) Iluminação temporária;

g) Iluminação para produção industrial, manipulação de material, transporte no terreno, e associada com áreas de armazenamento.

h) Elementos temáticos em parques temáticos.

i) Iluminação característica usada para monumentos públicos e estruturas ou edifícios históricos registrados.

Seção 10

OBS: A Seção 10 da ASHRAE 90.1-2007 aplica-se a Outros Equipamentos e o item 10.4 disposições obrigatórias (Mandatory Provisions)

Atender os requisitos de projetos elétricos relacionados a motores elétricos trifásicos de indução que deverão ser obrigatoriamente pertencer à linha de alto rendimento conforme NBR-17.094/2008 Principais tópicos e descrição:

Seção 10.4 – Motores Elétricos: Todos os motores elétricos trifásicos de indução deverão pertencer à linha de alto rendimento conforme NBR-17.094/2008 (Considerando as exceções da ASHRAE 90.1).

OBS: Originalmente a ASHRAE indica a tabela 10.8 de eficiência mínima de motores, porém a indicação dos mesmos é em HP (Horse Power) enquanto os motores nacionais são especificados em CV (cavalo vapor) e em kW não tendo uma relação direta de potência e eficiência entre as tabelas ASHRAE e NBR. Para os valores em kW correspondentes, a ASHRAE apresenta valores diferentes da ABNT, com rendimentos ligeiramente maiores

Exceções

Motores que tenham pelo menos uma das características abaixo estão isentos de atender os requisitos de eficiência da norma:

- a) potência menor do que 1 HP e maior que 200 HP;
- b) monofásico;
- c) 120 V ou 208 Volts;
- d) motor sem base (pé) ou sem previsão de base (pé);
- e) de velocidade múltipla ou de dupla velocidade (acionado por variador de frequência, por exemplo)
- f) motor fechado acoplado a bomba – close-coupled pump motor;
- g) motor não-ventilado totalmente enclausurado – totally enclosed nonventilated motor,
- h) motor totalmente fechado que requer ventilador externo – *totally enclosed air-over motor, that requires external fan*;

i) Moto-redutores ou motores com redução/multiplicação por engrenagens integrados a carcaça - *integral gear motor*.

ANEXO II

Detalhamento da Norma RTQ-C nos itens de 5.4.1 a 5.4.8 (**Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010**).

Este itens diferenciam a classificação de eficiência “A” com a eficiência “B” dos sistemas de ar condicionado.

OBS.: Nota-se uma grande semelhança destes itens com os da seção 6.4 da ASHRAE 90.1-2007

5.4.1. Cálculo de carga térmica

As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar devem ser calculadas de acordo com normas e manuais de engenharia de aceitação geral pelos profissionais da área, como por exemplo, o ASHRAE Handbook of Fundamentals (ASHRAE, 2005).

5.4.2. Controle de temperatura por zona

5.4.2.1 Geral

O aquecimento ou resfriamento de ar de cada zona térmica deverá ser individualmente controlado por termostatos respondendo à temperatura do ar da referida zona.

Exceções ao item 5.4.2.1: Sistemas perimetrais, projetados para atuar apenas sobre a carga proveniente do envelope da edificação podem atender a uma ou mais zonas também servidas por um sistema interno, desde que:

- o sistema perimetral inclua pelo menos um termostato de controle para cada fração de parede externa da edificação com comprimento maior ou igual a 15 metros, exposta a uma mesma orientação; e
- o sistema perimetral de aquecimento e resfriamento seja controlado por um termostato de controle localizado dentro da zona servida pelo sistema.

Paredes externas são consideradas com diferentes orientações se as direções para as quais estão voltadas diferirem em mais de 45°.

5.4.2.2 Faixa de temperatura de controle

Quando usados para atuar sobre o aquecimento e o resfriamento, os termostatos de controle devem ser capazes de prover uma faixa de temperatura do ar de pelo menos 3°C (deadband), no qual o suprimento da energia para aquecimento e resfriamento seja desligado ou reduzido para o mínimo.

5.4.2.3 Aquecimento suplementar

Bombas de calor com aquecedor auxiliar através de resistência elétrica devem ser dotadas de sistema de controle que evite a operação do aquecimento suplementar quando a carga de aquecimento possa ser atendida apenas pela bomba de calor. A operação do aquecimento suplementar é permitida durante os ciclos de degelo da serpentina externa. Dois modos de atender a este requerimento são:

- um termostato eletrônico ou digital projetado para uso em bomba de calor que ative o aquecimento auxiliar somente quando a bomba de calor tem capacidade insuficiente para manter o setpoint ou para aquecer o ambiente a uma taxa suficiente;
- um termostato multi-estágio no ambiente e um termostato no ambiente externo conectado para permitir o acionamento do aquecimento auxiliar somente no último estágio do termostato no ambiente e quando a temperatura externa é inferior a 4 °C.

5.4.2.4 Aquecimento e resfriamento simultâneo

Os controles do sistema de condicionamento de ar devem impedir o reaquecimento ou qualquer outra forma de aquecimento e resfriamento simultâneo para controle de umidade.

Nos locais em que há equipamentos distintos para aquecimento e resfriamento servindo a uma mesma zona, os termostatos devem ser interconectados para impedir o aquecimento e resfriamento simultâneo.

5.4.3. Automação

Todo o sistema de condicionamento de ar deve ser equipado com pelo menos um dos tipos de controle abaixo.

- controles que podem acionar e desativar o sistema sob diferentes condições de rotina de operação, para sete tipos de dias diferentes por semana; capazes de reter a programação e ajustes durante a falta de energia por pelo menos 10 horas, incluindo um controle manual que permita a operação temporária do sistema por até duas horas;

- um sensor de ocupação que seja capaz de desligar o sistema quando nenhum ocupante é detectado por um período de até 30 minutos;
- um temporizador de acionamento manual capaz de ser ajustado para operar o sistema por até duas horas;
- integração com o sistema de segurança e alarmes da edificação que desligue o sistema de condicionamento de ar quando o sistema de segurança é ativado.

5.4.4. Isolamento de zonas

Sistemas de condicionamento de ar servindo diferentes zonas térmicas destinadas à operação ou ocupação não simultânea devem ser divididos em áreas isoladas. As zonas devem ser agrupadas em áreas isoladas que não ultrapassem 2.300 m² de área condicionada e não incluindo mais do que um pavimento. Cada área isolada deve ser equipada com dispositivos de isolamento capazes de desativar automaticamente o suprimento de ar condicionado e ar externo, além do sistema de exaustão. Cada área isolada deve ser controlada independentemente por um dispositivo que atenda aos requisitos do item 5.4.3 (Automação). Para sistemas de condicionamento central, os controles e dispositivos devem permitir a operação estável do sistema e equipamentos para qualquer período de tempo enquanto atendem à menor área isolada servida pelo sistema central.

Exceções ao item 5.4.4: Dispositivos e controles de isolamento não são requeridos para as seguintes condições:

- exaustão de ar e tomada de ar externo quando conectadas às zonas onde o sistema de ventilação é menor ou igual a 2.400 l/s;
- exaustão de ar de uma zona isolada com vazão de menos de 10% da vazão nominal do sistema de exaustão ao qual está conectada;
- zonas destinadas à operação contínua ou planejadas para estarem inoperantes apenas quando todas as demais zonas estiverem inoperantes.

Obs: Zonas de operação contínua

Em edificações com sistema de condicionamento de ar central, zonas térmicas com necessidade de condicionamento de ar contínuo, durante 24 horas por dia e por pelo menos 5 dias da semana, devem ter condições de ser atendidas por um sistema de condicionamento de ar exclusivo.

5.4.5. Controles e dimensionamento do sistema de ventilação

Sistemas de condicionamento de ar com potência total de ventilação superior a 4,4 kW

devem atender aos limites de potência dos ventiladores abaixo:

- a razão entre a potência do sistema de ventilação e a vazão de insuflamento de ar para cada sistema de condicionamento de ar nas condições de projeto não deve exceder a potência máxima aceitável apresentada na Tabela 5.9 do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010)
- quando o sistema de insuflamento de ar requerer tratamento de ar ou sistemas de filtragem com perda de pressão superior a 250 Pa com os filtros limpos, ou serpentinas ou dispositivos de recuperação de calor, ou umidificadores/resfriadores de evaporação direta, ou outros dispositivos que atuem no processo diretamente sobre o fluxo de ar, a potência aceitável para o sistema de ventilação pode ser ajustada usando os créditos de pressão na equação de potência aceitável da Tabela 5.9 do RTQ- C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010)
- se a diferença entre a temperatura de projeto da sala e a temperatura de insuflamento de ar nas condições de projeto para resfriamento, usada para calcular a vazão de insuflamento de ar de projeto, for maior do que 11,1 °C, a potência aceitável do ventilador pode ser ajustada usando-se a razão de temperatura na equação de potência aceitável na Tabela 5.9 do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

5.4.5.1 Controles de sistemas de ventilação para áreas com altas taxas de ocupação

Sistemas com taxa de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 l/s, servindo áreas com densidade de ocupação superior a 100 pessoas por 100 m², devem incluir meios de reduzir automaticamente a tomada de ar externo abaixo dos níveis de projeto quando os espaços estão parcialmente ocupados.

5.4.5.2 Ciclo economizador

Deverá ser apresentado um estudo de viabilidade técnica e econômica para adoção de ciclo economizador, devendo este ser incorporado sempre que o custo benefício for favorável ($RCB \leq 0,80$).

5.4.5.3 Sistemas de exaustão

Sistemas de exaustão com capacidade nominal acima de 140 l/s em sistemas que não operam continuamente devem ser equipados com registros (dampers) motorizados ou com controle por gravidade, que sejam automaticamente fechados quando o sistema não estiver em uso.

5.4.5.4 Acionamento otimizado

Sistemas de ventilação com capacidade nominal maior do que 5.000 l/s devem possuir controles para acionamento otimizado dos ventiladores.

5.4.6. Recuperação de calor

Ventiladores individuais que tenham capacidade de insuflamento de ar nominal de pelo menos 2.400 l/s e uma taxa de insuflamento de ar externo de pelo menos 70% da vazão total de projeto devem possuir sistema de recuperação de calor com eficácia de pelo menos 50% de recuperação. Cinquenta por cento de eficácia deve corresponder a uma alteração na entalpia do ar externo insuflado igual a 50% da diferença entre o ar externo e o ar de retorno nas condições de projeto. O sistema de recuperação de calor deve ser provido por um sistema de controle que permita a operação do ciclo economizador, conforme estabelecido de acordo com o item 5.4.5.2.

Exceções ao item 5.4.6:

- sistemas atendendo espaços que não são resfriados e que são aquecidos até 16 °C;
- sistemas com exaustão de gases tóxicos, inflamáveis, tintas, fumaça corrosiva ou pó;
- coifas de cozinhas comerciais usada para coletar e remover vapores gordurosos e fumaça;
- onde mais do que 60% da energia de aquecimento do ar externo seja provida por recuperação de calor in loco ou energia solar;
- onde a maior fonte de exaustão é menor do que 75% da vazão de ar externo de projeto;
- sistemas que requeiram desumidificação e empreguem a recuperação de calor em série com a serpentina de resfriamento.

5.4.7. Controles e dimensionamento dos sistemas hidráulicos

Sistemas de condicionamento de ar com um sistema hidráulico servido por um sistema de bombeamento com potência superior a 7,5 kW devem atender aos requisitos estabelecidos em 5.4.7.1 a 5.4.7.3.

5.4.7.1 Sistemas de vazão de líquido variável

Sistemas de bombeamento de água ou de líquido refrigerante, integrantes do sistema de condicionamento de ar, que incluem válvulas de controle projetadas para modular ou abrir e fechar em função da carga devem ser projetados para vazão de líquido variável e devem ser capazes de reduzir a vazão de bombeamento para 50% ou menos da vazão de projeto. Bombas individuais servindo sistemas de vazão de líquido variável com uma pressão na bomba superior a 300 kPa e motor excedendo 37 kW devem ter controles ou dispositivos (tais como controle de velocidade variável) que resultem em uma demanda no motor de não mais do que 30% da potência de projeto quando em 50% da vazão de água de projeto. Os controles ou dispositivos devem ser controlados como uma função da vazão desejável ou para manter uma pressão diferencial mínima requerida. A pressão diferencial deve ser medida em um dos pontos a seguir:

- no ponto mais distante do trocador de calor; ou
- próximo ao ponto distante do trocador de calor; ou
- no trocador de calor; ou
- próximo ao trocador de calor com a maior pressão diferencial; ou
- a critério do projetista responsável, desde que justificado.

Exceções ao item 5.4.7.1:

- sistemas onde a vazão mínima é menor que a vazão mínima requerida pelo fabricante do equipamento para a operação adequada do equipamento atendido por um sistema, tais como resfriadores de líquido, e onde a potência total de bombeamento é menor ou igual a 60 kW;
- sistemas com até três válvulas de controle.

5.4.7.2 Isolamento de bombas

Quando uma central de água gelada inclui mais do que um resfriador de líquido, devem ser tomadas providências para que a vazão no resfriador possa ser reduzida automaticamente quando um resfriador estiver desligado. Resfriadores referidos neste item, alimentados em série pelo circuito de água com o propósito de aumentar a temperatura diferencial, devem ser considerados como um único resfriador de líquido.

5.4.7.3 Controles de reajuste da temperatura de água gelada e quente

Sistemas de água gelada e água quente com uma capacidade de projeto excedendo 88 kW e suprindo água gelada ou quente (ou ambos) para sistemas de condicionamento ambiental devem incluir controles que reajustem automaticamente a temperatura de suprimento da água pelas cargas representativas da edificação (incluindo a temperatura de retorno da água) ou pela temperatura do ar externo.

Exceções do item 5.4.7.3:

- onde os controles de reajuste da temperatura de suprimento não possam ser implementados sem causar operação imprópria dos sistemas de aquecimento, resfriamento, umidificação ou desumidificação;
- sistemas hidráulicos, tais como aqueles requeridos pelo item 5.4.7.1 que usam vazão variável para reduzir o consumo de energia em bombeamento.

5.4.8. Equipamentos de rejeição de calor

5.4.8.1 Geral

O item 5.4.8 aplica-se ao equipamento de rejeição de calor usado em sistemas de condicionamento ambiental, tais como condensadores a ar, torres de resfriamento abertas, torres de resfriamento com circuito fechado e condensadores evaporativos.

Exceções ao item 5.4.8.1:

- Dispositivos de rejeição de calor os quais já possuem o uso de energia incluído nos índices de eficiência listados nas tabelas 5.3 a 5.10 do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios (RTQ-C), 2010).

5.4.8.2 Controle de velocidade do ventilador

Cada ventilador acionado por um motor de potência igual ou superior a 5,6 kW deve ter a capacidade de operar a dois terços ou menos da sua velocidade máxima (em carga parcial) e deve possuir controles que mudem automaticamente a velocidade do ventilador para controlar a temperatura de saída do fluido ou temperatura/pressão de condensação do dispositivo de rejeição de calor.

Exceções ao item 5.4.8.2:

- ventiladores de condensador servindo a múltiplos circuitos refrigerantes;
- ventiladores de condensadores afogados (flooded condenser);
- até um terço dos ventiladores de um condensador ou torre com múltiplos ventiladores, onde os ventiladores principais estão de acordo com os requisitos de controle de velocidade.