



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**PAULA GONÇALVES FERREIRA**

**SELO PROCEL EDIFICA – EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E  
PÚBLICOS.**

Guaratinguetá

2012

PAULA GONÇALVES FERREIRA

SELO PROCEL EDIFICA – EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E  
PÚBLICOS.

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Enos Arneiro Nogueira da Silva

Guaratinguetá

2012

F383s	<p>Ferreira, Paula Gonçalves Selo Procel Edifica – Edifícios comerciais, de serviços e públicos / Paula Gonçalves Ferreira – Guaratinguetá : [s.n], 2012. 48 f. : il. Bibliografia : f. 44-45</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012. Orientador: Prof. Dr. Enos Arneiro Nogueira da Silva</p> <p>1. Conservação de energia 2. Desenvolvimento sustentável I. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 620.9</p>
-------	---

**SELO PROCEL EDIFICA – EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS.**

**PAULA GONÇALVES FERREIRA**


**ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO  
COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA  
DE "GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"**

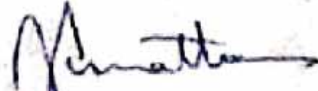
**APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

  
Prof. SILVIO JORGE COELHO SIMÕES  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. ENOS ARNEIRO NOGUEIRA DA SILVA  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. GRASIELE AUGUSTA F. NASCIMENTO  
UNESP-FEG

  
Prof. JUERCIO TAVARES DE MATTOS  
Membro Externo

Novembro de 2012

FERREIRA, P. G. **Selo Procel Edifica – Edifícios comerciais, de serviços e públicos**. 2012. 48 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

### **Resumo**

Neste trabalho é apresentado um estudo sobre a etiquetagem Procel Edifica, “plano de ação para eficiência energética em edificações que visa construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações no Brasil” (PROCEL, 2009a, p. 5), ou seja, o Procel edifica visa garantir a construção de edificação que tenha um baixo dispêndio de energia, mas que ainda assim proporcione um ambiente com conforto. Nesta pesquisa, também é demonstrado como se obtém as etiquetas, a qual pode ser geral ou a parcial. O leitor encontrará ainda a explicação sobre três aspectos de uma edificação, sendo eles a Envoltória, o Sistema de Iluminação e o Sistema de Condicionamento de Ar. Por fim, são apresentadas as vantagens e desafios do sistema procel edifica, mostrando ainda a necessidade de maior investimento e divulgação de elementos que contribuam para a implantação de edificações sustentáveis no Brasil.

**Palavras-chaves:** Procel Edifica. Eficiência Energética. Sustentabilidade.

FERREIRA, P. G. **Selo Procel Edifica - commercial buildings, and public service.** 2012. 48 f. Work Graduate (Graduated in Civil Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

### **Abstract**

This paper presents a study on the labeling Procel Build, "an action plan for energy efficiency in buildings which aims to build the foundations necessary to rationalize energy consumption in buildings in Brazil" (PROCEL, 2009a, p. 5), ie Procel builds aims to ensure the construction of the building that has a low energy expenditure, but still provide a comfortable environment. In this research, it is also shown how the labels are obtained, which may be general or partial. The reader will find further explanation of the three aspects of a building, and they Envelopment, Lighting system and Air Conditioning System Finally, we present the advantages and challenges of system builds procel, showing the need for greater investment and disclosure of elements that contribute to the implementation of sustainable buildings in Brazil.

**Palavras-chaves:** Procel Edifica. Efficiency energy. Suitable environment.

## Sumário:

1	Introdução.....	6
1.2	Objetivo.....	8
2	Procel.....	9
2.2	Procel Info.....	9
2.3	Selo Procel.....	9
2.4	Procel Indústria.....	9
2.5	Procel Sanear (Eficiência energética em saneamento ambiental).....	10
2.6	Procel EPP (Eficiência energética em prédios públicos).....	10
2.7	Procel GEM (Gestão Energética Municipal).....	10
2.8	Procel Educação.....	10
2.9	Procel Reluz.....	11
3	O Procel Edifica.....	12
3.2	O que é.....	12
3.3	Procedimento de determinação da eficiência.....	13
3.4	Pré-requisitos.....	16
3.5	Bonificações.....	18
4	Envoltória.....	19
4.2	Determinação da eficiência.....	19
4.3	Pré-requisitos.....	21
4.3.1	Transmitância térmica.....	21
4.3.2	Cores e absorvância de superfícies.....	24
4.3.3	Iluminação Zenital.....	24
5	Sistema de Iluminação.....	26
5.2	Determinação da eficiência.....	26
5.3	Pré-Requisitos.....	27
5.3.1	Divisão de circuitos.....	28
5.3.2	Contribuição da luz natural.....	28
5.3.3	Desligamento automático do sistema de iluminação.....	28
6	Sistema de condicionamento de ar.....	29
7	Simulação.....	30
7.2	Procedimento para simulação.....	30
7.3	Pré-requisitos.....	32

8	Processo de etiquetagem.....	34
8.2	Avaliação de projeto.....	34
8.3	Inspeção por amostragem do edifício.....	34
8.4	Fluxograma do processo de avaliação da conformidade.....	35
8.5	Modelo da ENCE.....	36
9	O ProcelEdifica e suas vantagens e desafios.....	38
9.2	Vantagens.....	39
9.3	Desafios.....	40
10	Conclusão.....	42
11	Referências.....	44
12	Anexo A.....	46
13	Anexo B.....	47



## 1 Introdução

Eficiência energética é entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia<sup>1</sup>. Desde 1988, o Selo Procel INMETRO de desempenho é feito anualmente nos equipamentos que apresentarem os menores índices de eficiência energética e qualidade.

O INMETRO, que é um órgão governamental com atribuição para fornecer o selo PROCEL, desde 1988 analisa, avalia e classifica o desempenho de equipamentos com o objetivo de aumentar os índices de eficiência energética e aumentar a sua qualidade. Este procedimento de análise, avaliação e classificação é realizado anualmente.

Esse conceito ficou muito conhecido após a crise energética de 2001, quando o Brasil foi obrigado a começar um intenso racionamento de energia. A partir de então, medidas começaram a ser tomadas para mitigar todos os gastos energéticos. O Procel Edifica surgiu em decorrência destas medidas de racionamento.

Com a missão de promover o uso eficiente de energia elétrica, o Procel implementou o Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética – Procel Info. Esta instituição armazena e difunde dados nacionais e internacionais sobre Eficiência Energética.

No Brasil, o Decreto Presidencial do dia 8 de dezembro de 1993 estabeleceu o Selo Procel de eficiência energética com objetivo de orientar os consumidores quanto aos produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência de energia, a partir de ensaios realizados em laboratórios credenciados e coordenados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

A partir da criação do selo Procel foram criados outros selos, também Procel, como o Programa de eficiência Energética em Prédios Públicos, o Programa de Eficiência Energética em saneamento e o Procel Indústria. (Escrito pelo Enos- verificar se está correto).

No ano de 2002 foi iniciado o Procel Indústria, juntamente com a Eletrobras e em parceria com os representantes da indústria brasileira. Como as indústrias consomem quase metade da energia produzida no Brasil.

O principal objetivo do Procel Indústria é desenvolver ações de eficiência energética no setor, orientando técnicos e engenheiros para implementá-las. Foram montados diversos

laboratórios de otimização de sistemas motrizes, que são responsáveis pela metade do consumo de energia da indústria brasileira.

Em 1996 foi implementado o programa de eficiência energética em saneamento ambiental que vem atuando apenas em eficiência energética nos conjuntos de moto-bombas. Mais tarde, foi aliado ao programa nacional de combate ao desperdício de águas e ao programa de modernização do setor de saneamento. Com isso, os objetivos foram aprimorados deixando de tratar somente a eficiência energética, mas também o uso eficiente dos recursos hídricos.

No ano de 1997, começou o programa de eficiência energética em prédios públicos com o intuito de incentivar a otimização do uso de energia das instalações dos edifícios públicos.

Com a missão de orientar as prefeituras e os usuários de edifícios a economizar energia elétrica, o núcleo de gestão energética municipal implementou os treinamentos, incentivou a troca de informações entre cidades e tem formado agentes municipais em eficiência energética e tem elaborado planos municipais de gestão de energia elétrica.

Outro programa importante é o Procel Educação que atua em diferentes graus de ensino, desde escolas de educação básica até o ensino superior e tem como objetivo agregar valores aos cidadãos,

Desde o ano de 2000, juntamente com a ELETROBRAS, foi criado o Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes o qual tem como objetivo promover melhoria dos sistemas de iluminação pública, expansão de pontos de iluminação, remodelagem dos sistemas de iluminação pública, iluminação de destaque (ou especial), iluminação de áreas públicas esportivas e inovação tecnológica na iluminação pública e a melhoria da sinalização semafórica.

No Capítulo 2 deste trabalho são introduzidos todos os programas do Procel/Eletrobras, com descrição dos projetos e suas formas de minimizar o dispêndio de energia e recursos natura. Visando ao esclarecimento das diretrizes de economia de energia, Já no Capítulo 3, é abordado o histórico da certificação Procel Edifica, bem como os procedimentos de determinação da eficiência de um edifício e também os pré-requisitos necessários para que se possa obter a etiqueta.

Nos capítulos seguintes será abordado o processo de etiquetagem de cada sistema, a saber: no Capítulo 4, sobre Envoltória; a qual pode ser definida como sendo fachada e entorno, no Capítulo 5, sobre sistema de iluminação e, no Capítulo 6, sobre o sistema de ar-condicionado. Em todos os sistemas foi estudada a determinação da eficiência e também todos os pré-requisitos necessários.

Para se certificar de que alguns requisitos estão sendo atendidos, e estes não são possíveis de se obter através dos métodos descritos nos Capítulos 4, 5 e 6, fica descrito o método de simulação computacional no Capítulo 7.

O Capítulo 8 mostra um fluxograma facilitado do processo de etiquetagem, bem como os modelos das etiquetas e exemplos de planilhas que devem ser preenchidas para obtenção dessas etiquetas.

Por fim, no Capítulo 9, são levantadas todas as vantagens da adoção da certificação Procel Edifica e também os desafios encontradas para a implementação do programa.

## **1.2 Objetivos**

Tem-se como objetivo principal explicar ao leitor o que é Eficiência Energética facilitando o entendimento dele sobre o que a certificação Procel Edifica. O objetivo secundário deste trabalho foi estudar todos os métodos de obtenção da etiqueta, desde o projeto até o produto final, e também abordar as vantagens e dificuldades para a implementação do programa.

---

1- Frase extraída de.(ROBERTO LAMBERTS; LUCIAN DUTRA; FERNANDO O. R. PREIRA, 1997)

## **2 Procel**

### **2.1 Procel Info**

Com a missão de promover o uso eficiente de energia elétrica no Brasil, o Procel implementou o Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética – Procel Info.

A partir de informações nacionais e internacionais sobre eficiência energética, o Procel Info armazena e difunde tais dados.

### **2.2 Selo Procel**

Através do Decreto Presidencial do dia 8 de dezembro de 1993, o Selo Procel de economia de energia foi estabelecido no Brasil. O objetivo desse programa é orientar os consumidores quanto aos produtos que apresentam os melhores níveis de consumo de energia. Esses produtos são analisados por laboratórios credenciados e coordenados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

Desde 1988, o Selo Procel INMETRO de desempenho é feito anualmente nos equipamentos que apresentarem os menores índices de eficiência e qualidade, dependendo da sua classe.

### **2.3 Procel Indústria**

Como as indústrias consomem quase metade da energia produzida no Brasil, no ano de 2002 foi iniciado o Procel Indústria, juntamente com a Eletrobras e em parceria com os representantes da indústria brasileira.

O principal objetivo desse programa é desenvolver ações de eficiência energética nesse setor, orientando técnicos e engenheiros para implementá-las. No Brasil foram montados diversos laboratórios de otimização de sistemas motrizes, que são responsáveis pela metade do consumo de energia da indústria.

#### **2.4 Procel Sanear (Eficiência energética em saneamento ambiental)**

Conhecido como programa de eficiência energética em saneamento ambiental, foi implementado em 1996, atuando apenas em eficiência energética nos conjuntos de moto-bombas. Mais tarde, foi aliado ao programa nacional de combate ao desperdício de águas e ao programa de modernização do setor de saneamento. Com isso, os objetivos foram aprimorados deixando de tratar somente a eficiência energética, mas também o uso eficiente dos recursos hídricos.

#### **2.5 Procel EPP (Eficiência energética em prédios públicos)**

O programa de eficiência energética em prédios públicos começou no ano de 1997, com o intuito de incentivar a otimização do uso de energia das instalações dos edifícios públicos.

#### **2.6 Procel GEM (Gestão Energética Municipal)**

Com a missão de orientar as prefeituras e os usuários de edifícios a economizar energia elétrica, o núcleo de gestão energética municipal implementa treinamentos, troca de informações entre cidades, forma agentes municipais de eficiência energética e ainda elabora planos municipais de gestão de energia elétrica.

#### **2.7 Procel Educação**

Com o objetivo de agregar valores aos cidadãos, o ProcelEducação atua em diferentes graus de ensino, desde escolas de educação básica até o ensino superior.

## **2.8 Procel Reluz**

Através de melhoria dos sistemas de iluminação pública, expansão de pontos de iluminação, melhoria da sinalização semafórica, remodelagem dos sistemas de iluminação pública, iluminação de destaque (ou especial), iluminação de áreas públicas esportivas e inovação tecnológica na iluminação pública, ficou assim intitulado o Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes desde o ano 2000, juntamente com a ELETROBRAS.

### 3 O Procel Edifica

#### 3.1. O que é:

Segundo o manual Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações, o Procel Edifica visa construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações no Brasil.

A partir da lei nº10.295 de 2001, que trata da Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, deu-se início ao processo de classificação da capacidade energética das construções, que foi regulamentado posteriormente pelo decreto nº4059.

Tal decreto intitulou o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no país (GT-Edificações), que elabora e regulamenta maneiras para avaliar o rendimento energético das construções brasileiras. Foi criada também a Secretaria Técnica de Edificações (ST-Edificações), que, com base nos indicadores de eficiência energética, tem a responsabilidade de discutir as demandas técnicas. E, juntamente com o INMETRO e a ST-Edificações, foi criada uma Comissão Técnica que discute e define o processo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).



Para se determinar os parâmetros de referência e verificar a condição da eficiência energética da construção, foi criado um Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), um Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C) e também o Manual para aplicação do RTQ-C.

A ENCE pode ser concedida em diferentes fases da construção, desde a fase de projeto da nova edificação até a edificação já finalizada. Ela é dividida em três sistemas: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar, podendo ser dada totalmente ou parcialmente.

### 3.2. Procedimento de determinação da eficiência

Para se certificar um edifício comercial, público ou de serviço segundo o RTQ-C, é necessário ter uma área útil de pelo menos 500m<sup>2</sup> e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3kV, incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados. Em casos de edifícios mistos (residencial e comercial, residencial e serviço ou residencial e público), estes necessitam ter a parte residencial medida separadamente, caso a área residencial passe de 500m<sup>2</sup>.

Para a ENCE ser concedida integralmente, é necessário atender a todos os requisitos referentes ao desempenho da envoltória, da eficiência do sistema de iluminação e do sistema de ar-condicionado. Também há a possibilidade de se fazer um simulado computacional de desempenho termo energético do edifício, em análise que o classifica para a etiquetagem. A variação de tais requisitos vai de A (maior grau de eficiência) a E (menor grau de eficiência).

Existem algumas regras a serem atendidas em caso de avaliação separada dos sistemas:

- Envoltória: Todo o edifício precisa ser avaliado quanto ao nível de eficiência energética.
- Sistema de iluminação: Pode ser analisado um conjunto de salas, um único andar ou também os subsolos quanto ao seu nível de eficiência energética.
- Sistema de condicionamento de ar: Pode ser analisado um conjunto de salas, um único andar ou também os subsolos quanto ao seu nível de eficiência energética.

Já para se qualificar o edifício como um todo, são dados pesos para cada sistema, resultando numa classificação final que varia igualmente como os requisitos parciais de A (maior grau de eficiência) a E (menor grau de eficiência).

---

1- Ver item 3.1 – ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

2- Ver item 4.0



Porém, para se obter essa classificação geral, é necessário que o edifício tenha sido aprovado previamente em cada sistema e que a análise parcial tenha sido realizada a partir de uma das combinações feitas na tabela a seguir:

**Tabela1: Combinações de métodos de avaliação para obtenção da classificação geral**

<b>Envoltória</b>	<b>Sistema de iluminação</b>	<b>Sistema de condicionamento de ar</b>	<b>Ventilação Natural</b>
Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação
Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação
Método Simulação	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação

O Sistema de Condicionamento de Ar recebe 40% do peso total, o Sistema de Ar-condicionado recebe 30% e a Envoltória 30%. Cada requisito representa um número de pontos, dependendo de sua classificação energética:

**Tabela 2: Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)**

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Caso o edifício seja 100% ventilado naturalmente, é preciso provar com simulação que ele encontra-se dentro da zona de conforto térmica. Caso a construção tenha áreas que não são condicionadas e estas sejam de permanência elevada, é necessário que se prove, também através de simulação computacional, que a área mantém uma temperatura dentro da zona de conforto enquanto está sendo utilizada.

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos classifica o edifício como um todo através da equação a seguir:

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

Onde:

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;

APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;

AC: área útil dos ambientes condicionados;

AU: área útil;

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Os equivalentes numéricos para os níveis de eficiência de cada sistema individual são obtidos na Tabela 2. O nível de eficiência do sistema da envoltória das áreas condicionadas será definido no Capítulo 4; o nível de eficiência do sistema de iluminação será definido no Capítulo 5 e o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar será definido no Capítulo 6.

Ao calcular-se a equação 1, chega-se num resultado onde é possível ser feita a classificação geral do edifício a partir dos dados da próxima tabela:

Tabela 3: Classificação Geral

PT	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

### 3.3. Pré-requisitos

A edificação precisa atender a alguns pré-requisitos para estar apta à etiquetagem.

- **Circuitos Elétricos**

Para classificações A e B é necessário ter o circuito elétrico do edifício com medição centralizada, onde ocorre a individualização da medição do consumo de energia. Com exceção de hotéis, caso haja a possibilidade de desligamento do circuito em cada quarto, construções com várias entidades independentes, ou também se o edifício tiver sua construção feita antes de 2009.



Figura 1 - Modelo de medição centralizada ([http://www.aneel.gov.br/Arquivos/PDF/CEPEL-Landulfo\\_Mosqueira.pdf](http://www.aneel.gov.br/Arquivos/PDF/CEPEL-Landulfo_Mosqueira.pdf))

- **Aquecimento de água**

O edifício deve apresentar uma demanda de água quente caso o consumo desta seja superior ou igual a 10% do total de energia consumida pelo prédio. Caso seja um edifício misto, a regra só vale para a parcela comercial.

Para se conseguir atingir o nível A, tem que estar comprovado que todo o consumo de água quente do edifício atende a um dos seguintes sistemas:

- Sistema de aquecimento solar;
- Aquecedores a gás do tipo instantâneo;
- Sistema de aquecimento de água por bombas de calor;
- Caldeiras a gás.

Para se atingir o nível B, tem que estar comprovado que 70% ou mais do consumo de água quente do edifício atenda a pelo menos um dos sistemas citado a seguir, e também atenda às condições de isolamento das tubulações.

- Sistema de aquecimento solar;
- Aquecedores a gás do tipo instantâneo;
- Sistema de aquecimento de água por bombas de calor.

Já para se atingir o nível C, menos de 70% do consumo de água deve ser atendido por sistema de aquecimento solar ou a gás e o restante por sistemas elétricos.

- **Elevadores**

Para ser classificado como nível A, o acionamento do elevador deve ser com inversor de frequência e, para novos edifícios (após a publicação do RTQ-C), o acionamento deve ser por micro processador com inversor de frequência, com frenagem regenerativa, e as máquinas, sem engrenagem.

### **3.4 Bonificações**

Há a possibilidade de se ganhar pontos extras na classificação geral do edifício através de ações que possibilitem o aumento da economia de energia do prédio, porém as iniciativas têm que ser aprovadas e a economia de energia ratificada. As iniciativas podem ser através de equipamentos que diminuam o consumo de água, sistemas ou fontes renováveis de energia e também inovações tecnológicas.

## 4Envoltória

### 4.1 Determinação da eficiência

A classificação da eficiência da envoltória é descrita por um indicador de consumo que é calculado a partir de uma equação, que depende da zona bioclimática (o território brasileiro foi dividido em 8 zonas e em cada uma delas o clima é relativamente homogêneo) e da área de projeção do edifício ( $A_{pe}$ ), que, segundo o RTQ-C, trata da área de projeção horizontal do edifício ( $m^2$ ) (quando os edifícios são de formato uniforme) ou da área de projeção média dos pavimentos, excluindo subsolos (no caso de edifícios com formato irregular).

Ao ser desenvolvida a equação, algumas zonas bioclimáticas foram agrupadas e representadas em uma única equação, que foram as zonas ZB2 e ZB3, ZB4 e ZB5; ZB6 e ZB8. Já para  $A_{pe} < 500m^2$ , as equações são válidas para um Fator de Forma (FF), razão entre a área da envoltória e o volume do edifício, máximo permitido, e para  $A_{pe} > 500m^2$  um FF mínimo permitido. Quanto aos ângulos de sombreamento, que são ângulos que determinam obstrução da radiação solar gerados pela proteção das aberturas do edifício, o maior valor a ser usado é de  $45^\circ$ .

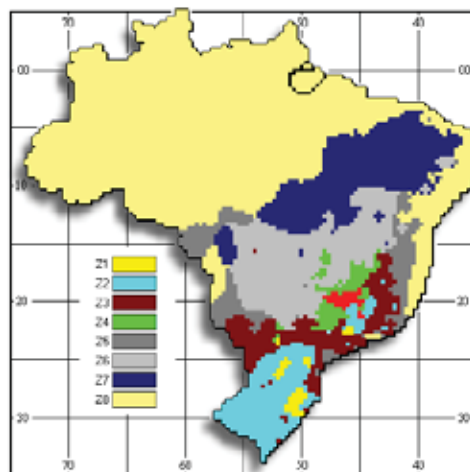


Figura 2 – Zonas bioclimáticas brasileiras

([http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161\\_Zon\\_Bioclimatico\\_0.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Zon_Bioclimatico_0.pdf))

Ao obter o indicador de consumo da envoltória ( $IC_{env}$ ), a partir de uma das equações, compara-se com uma escala numérica que define qual desempenho a envoltória terá. Se o indicador estiver em um dos menores intervalos da escala numérica, maior será o seu

conceito, ou seja, mais eficiente é a envoltória desse edifício. A escala numérica é gerada a partir dos parâmetros Fator Altura, que é a razão entre a área de projeção da cobertura e a área do piso, e o FF, que é gerado através da volumetria da construção.

Para simplificar a classificação:

1. Gera-se o indicador de consumo descrito pelas equações.
2. Calculam-se os limites máximos e mínimos a partir da mesma equação, porém com os valores fornecidos pelas tabelas abaixo.

**Tabela 4: Parâmetros do  $IC_{\max D}$**

<b>PAF<sub>t</sub></b>	<b>FS</b>	<b>AVS</b>	<b>AHS</b>
0,60	0,61	0	0

**Tabela 5: Parâmetros do  $IC_{\min D}$**

<b>PAF<sub>t</sub></b>	<b>FS</b>	<b>AVS</b>	<b>AHS</b>
0,05	0,87	0	0

PAF<sub>t</sub>: Percentual de Área de Abertura na Fachada total

FS: Fator Solar

AVS: Ângulo Vertical de sombreamento

AHS: Ângulo Horizontal de sombreamento

3. Os limites calculados acima são o intervalo em que o edifício deve estar contido. Tal intervalo é dividido em 4 partes denominadas  $i$ , e cada uma dessas partes faz referência a um nível de classificação entre A e E. O cálculo de  $i$  dá-se pela equação:

$$i = \frac{(IC_{\max D} - IC_{\min})}{4} \quad (2)$$

4. A partir do cálculo de  $i$  é possível se preencher a tabela a seguir:

**Tabela 6: Limites dos intervalos dos níveis de eficiência.**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Lim Mín	-	$IC_{máxD} - 3i + 0,01$	$IC_{máxD} - 2i + 0,01$	$IC_{máxD} - i + 0,01$	$IC_{máxD} + 0,01$
Lim Máx	$IC_{máxD} - 3i$	$IC_{máxD} - 2i$	$IC_{máxD} - i$	$IC_{máxD}$	-

5. Então, por fim, compara-se o valor gerado na primeira etapa com os intervalos adquiridos na tabela 5 e, conseqüentemente, tem-se o nível de eficiência da envoltória.

## 4.2 Pré-requisitos

Para se obter a ENCE de envoltória, alguns requisitos têm de ser atendidos, e, quanto melhor o nível, mais rigorosos são esses requisitos. Para isso foi desenvolvida uma tabelaresumo de quais pré-requisitos são necessários para cada nível de eficiência.

**Tabela 7: Síntese dos pré-requisitos da envoltória.**

<b>Nível de eficiência</b>	<b>Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores</b>	<b>Cores e absorvância de superfícies</b>	<b>Iluminação zenital</b>
A	X	X	X
B	X	X	
C e D	X		

### 4.2.1 Transmitância térmica

Segundo o RTQ-C, transmitância térmica é “transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas ou coberturas, incluindo as resistências superficiais internas e externas, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes.”

- Nível A



A transmitância térmica da cobertura não deve superar  $1\text{W/m}^2\text{K}$  para ambientes com condicionamento artificial de ar, e, para ambientes sem condicionamento artificial de ar, a transmitância não deve ultrapassar  $2\text{W/m}^2\text{K}$ . Já os pisos sem fechamentos laterais devem seguir as mesmas regras da transmitância de coberturas se forem locados sobre ambientes de alta permanência.

Segundo o RTQ-C:

**Tabela 8: Limites de transmitância térmica das paredes externas de acordo com a zona bioclimática.**

Zona Bioclimática	Limites de transmitância térmica
1 e 2	$1,0\text{ W/m}^2\text{K}$
3 a 6	$3,7\text{ W/m}^2\text{K}$
7 e 8	$2,5\text{ W/m}^2\text{K}$ (paredes com capacidade térmica máxima de $80\text{ kJ/m}^2\text{K}$ ) $3,7\text{ W/m}^2\text{K}$ (paredes com capacidade térmica superior a $80\text{ kJ/m}^2\text{K}$ )

- Nível B

Segundo o RTQ-C:

**Tabela 9: Limites de transmitância térmica da cobertura de acordo com a zona bioclimática.**

Zona Bioclimática	Limites de transmitância térmica
1 e 2	$1,0\text{ W/m}^2\text{K}$ (ambientes condicionados artificialmente) $1,5\text{ W/m}^2\text{K}$ (ambientes não condicionados artificialmente)
3 a 8	$1,5\text{ W/m}^2\text{K}$ (ambientes condicionados artificialmente) $2,0\text{ W/m}^2\text{K}$ (ambientes não condicionados artificialmente)

**Tabela 10: Limites de transmitância térmica das paredes externas de acordo com a zona bioclimática.**

Zona Bioclimática	Limites de transmitância térmica
1 e 2	1,0 W/m <sup>2</sup> K
3 a 6	3,7 W/m <sup>2</sup> K
7 e 8	2,5 W/m <sup>2</sup> K (paredes com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m <sup>2</sup> K) 3,7 W/ m <sup>2</sup> K (paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/ m <sup>2</sup> K)

Já para paredes exteriores, em ambos os níveis (A e B), os limites mínimos de desempenho são divididos pelas zonas bioclimáticas em dois grupos, segundo a tabela abaixo.

- **Níveis C e D**

A transmitância térmica de coberturas não deve ser superior a 2W/m<sup>2</sup>K.

Segundo o RTQ-C:

**Tabela 11: Limites de transmitância térmica das paredes externas de acordo com a zona bioclimática**

Zona Bioclimática	Limites de transmitância térmica
1 a 6	3,7 W/m <sup>2</sup> K
7 e 8	2,5 W/m <sup>2</sup> K (paredes com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m <sup>2</sup> K) 3,7 W/ m <sup>2</sup> K (paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/ m <sup>2</sup> K)

Existem algumas exceções para esse pré-requisito como:

- Proteções solares com aletas paralelas ocupando toda fachada;
- Pórticos;
- Placas perfuradas;
- Qualquer elemento de sombreamento paralelo à abertura da fachada.

#### 4.2.2. Cores e absorptância de superfícies

Segundo a NBR15.220, “absortância solar é o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre essa mesma superfície”. Logo, se houver uma absorptância baixa, menor será a geração de calor no edifício.

- **Nível A**

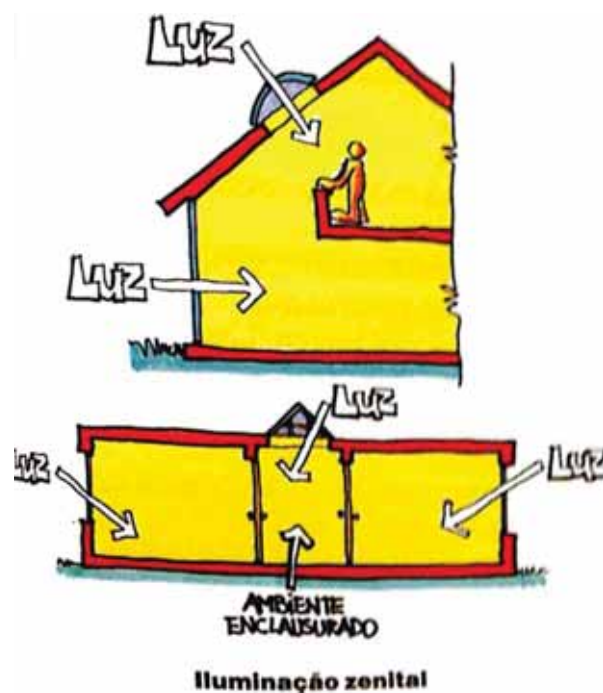
Para zonas bioclimáticas 2 a 8 é necessário que o revestimento externo das paredes tenha uma absorptância ( $\alpha$ ) menor que 0,4; coberturas e pisos sem fechamentos sobre áreas de permanência elevada devem apresentar essa mesma absorptância ou então telhas cerâmicas não esmaltadas ou ainda teto jardim.

- **Nível B**

Devem seguir os mesmos critérios do nível A.

#### 4.2.3 Iluminação zenital

Para se obter uma boa distribuição da luz em um ambiente, recorre-se a aberturas situadas na cobertura do edifício, onde a luz natural pode penetrar por elas, sendo assim a iluminação zenital, como exemplificado na figura 3.



**Figura 3 – Iluminação Zenital (Eficiência Energética na Arquitetura)**

Se houver iluminação zenital, esta deve atender aos limites de abertura zenital (PAZ) e do fator solar, segundo a tabela abaixo:

**Tabela 12: Limites de fator solar de vidros e de percentual de abertura zenital para coberturas.**

<b>PAZ</b>	<b>0 a 2%</b>	<b>2,1 a 3%</b>	<b>3,1 a 4%</b>	<b>4,1 a 5%</b>
<b>FS</b>	0,87	0,67	0,52	0,30

## 5 Sistema de Iluminação

### 5.1 Determinação da eficiência

Como a iluminação artificial é extremamente necessária para o funcionamento de uma edificação, é preciso que exista uma condição de conforto para as pessoas que trabalham nesse ambiente. Então, para se ter um sistema eficaz de iluminação, é necessário que o gasto de energia seja reduzido ao máximo, mantendo os padrões de conforto e com menor carga térmica.

Foi verificado que a iluminação artificial gera dois tipos de gastos de energia:

- a) Direto: Ao gerar a luz utiliza-se energia.
- b) Indireto: Calor gerado pela iluminação, que, dependendo do dia, da hora e do local, necessita ser compensado por um condicionamento de ar, gerando assim mais um aumento do consumo de energia.

Logo, ficam estabelecidos na análise desse sistema os limites de potência de iluminação para cada espaço do edifício. Para se determinar o nível de eficiência do empreendimento é necessário seguir um dos métodos:

- **Método da área do edifício:**

Esse método é válido para edifício com até três atividades principais ou com atividades que ocupem mais de 30% da área total do prédio. Ele dá um único valor limite para a avaliação do sistema, analisando todos os ambientes do edifício.

Deve-se primeiramente identificar qual a principal atividade da edificação, através da tabela de Limite máximo aceitável de densidade de potencia de iluminação ( $DPI_L$ ) para o nível de eficiência pretendido, anexo A. Para cada nível de eficiência existe uma densidade de potência de iluminação limite; depois de se definir a área de iluminação do prédio, deve-se multiplicar a área encontrada pela densidade de potência retirada do Anexo A; encontra-se assim a potência limite do edifício. Caso haja mais de uma atividade principal no empreendimento, calcula-se a potência limite de cada ambiente e o resultado do edifício é gerado através da soma das potências limites de cada um dos ambientes.

Depois de feito o cálculo da potência limite, é feita uma comparação com a potência total instalada do prédio para se obter o nível de eficiência do sistema de iluminação.

- **Método das atividades do edifício:**

É utilizado caso o edifício não atenda aos requisitos do método anterior. Cada ambiente do empreendimento é analisado separadamente.

Através da tabela de Limite máximo aceitável de densidade de potencia de iluminação (DPI<sub>L</sub>) para o nível de eficiência pretendido, anexo B, é possível identificar o tipo de atividade e também localizar a densidade de potência de iluminação limite de cada nível de eficiência, para cada ambiente. Multiplica-se a área de cada atividade pela sua potência de iluminação limite e encontra-se a potência limite de cada atividade. A soma de todas as potências limites gera a potência limite do edifício.

Após calcular a potência limite do edifício, ela deve ser comparada com a potência instalada da edificação, identificando-se assim o equivalente numérico do sistema de iluminação.

## 5.2 Pré-requisitos

Para se obter a ENCE do Sistema de Iluminação, alguns requisitos têm de ser atendidos, e, quanto melhor o nível, mais rigorosos são esses requisitos. Para isso foi desenvolvida uma tabela resumo de quais pré-requisitos são necessários para cada nível de eficiência.

**Tabela 13 : Relação entre pré-requisitos e níveis de eficiência**

Pré-requisito	Nível A	Nível B	Nível C
4.1.1 Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim
4.1.2 Contribuição da luz natural	Sim	Sim	
4.1.3 Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim		

### **5.2.1 Divisão de circuitos**

É necessário que haja um aparelho de controle manual para acionamento de iluminação interna de ambientes fechados, tanto por paredes quanto por divisórias. Caso o local tenha uma área maior do que  $250\text{m}^2$ , os dispositivos de controle manuais devem atender a áreas de até  $250\text{m}^2$  em ambientes de até  $1000\text{m}^2$ , e atender a áreas de até  $1000\text{m}^2$  em ambientes com áreas superiores a  $1000\text{m}^2$ .

### **5.2.2 Contribuição da luz natural**

Para melhor aproveitamento da luz natural nos ambientes é preciso recorrer ao controle manual ou automático instalado nos lugares em que haja janelas voltadas para o exterior, ou que exista uma fileira de luminárias paralelas à janela.

### **5.2.3 Desligamento automático do sistema de iluminação**

Para ambientes com área superior a  $250\text{m}^2$  deve existir um dispositivo de controle automático da iluminação interna dos ambientes. Deverá haver um horário previamente estipulado para que a iluminação seja desligada, ou um sensor de presença ou então um sinal sonoro que mostre para outro local de controle que a área está desocupada. O pré-requisito pode ser quebrado caso haja ambientes que devem funcionar por 24 horas, ou onde existe tratamento de pessoas.

## 6 Sistema de Condicionamento de Ar

Para se obter a ENCE do sistema de condicionamento de ar é preciso que os condicionadores de ar tenham uma eficiência energética conhecida, ou seja, devem ser aparelhos avaliados pelo PBE/INMETRO ou que sigam os procedimentos determinados pelo RTQ-C para que atinjam a eficiência desejada.

É possível que o edifício como um todo seja avaliado ou também pode ser classificado parcialmente, avaliando-se diferentes ambientes da edificação. Caso haja num mesmo edifício mais de um tipo de sistema de condicionamento de ar, para que ele receba a classificação geral esperada, é preciso que haja uma ponderação entre as áreas dos diferentes sistemas.

Para atingir a classificação A é preciso que todas as unidades condensadoras, tanto as de janela quanto *split*, devem ser devidamente cobertas para que não haja modificação na eficiência dessas unidades; e, quanto às tubulações, as tabelas a seguir representam as espessuras mínimas de isolamento dos sistemas de aquecimento e refrigeração.

**Tabela 14: Espessura mínima de isolamento de tubulações para sistema de aquecimento.**

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		Comprimento da tubulação (cm)				
	Condutividade térmica (W/m.K)	Faixa temperatura (°C)	< 63,5	63,5 a 100	100 a 250	250 a 500	≥ 500
$T \geq 177$	0,046 a 0,049	121	6,4	7,6	7,6	10,2	10,2
$122 < T < 177$	0,042 a 0,046	93	3,8	6,4	7,6	7,6	7,6
$94 < T < 121$	0,039 a 0,043	66	3,8	3,8	5,1	5,1	5,1
$61 < T < 93$	0,036 a 0,042	52	2,5	2,5	2,5	3,8	3,8
$41 < T < 60$	0,032 a 0,040	38	1	1	2,5	2,5	2,5

**Tabela 15: Espessura mínima de isolamento de tubulações para sistema de aquecimento.**

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		Comprimento da tubulação (cm)				
	Condutividade térmica (W/m.K)	Faixa temperatura (°C)	< 63,5	63,5 a 100	100 a 250	250 a 500	≥ 500
$4 < T < 16$	0,032 a 0,040	38	1,3	1,3	2,5	2,5	2,5
$T < 4$	0,032 a 0,040	38	1,3	2,5	2,5	2,5	2,5

Caso o ambiente avaliado tenha uma carga térmica superior a 350kW é preciso que utilize um sistema de condicionamento de ar central.



## 7 Simulação

### 7.2. Procedimento para simulação

Esse método avalia, através de uma simulação computacional, a eficiência energética de uma edificação condicionada artificialmente ou não artificialmente.

É utilizado quando é necessário comprovar alguns parâmetros de moderação de energia que não são determinados pelo RTQ-C.O método de simulação é uma alternativa, porém essa simulação computacional não descarta os métodos prescritivos listados anteriormente.

Através da construção de dois modelos representativos, é feita uma comparação dos desenhos do edifício real com o de referência, que deve ter as características do nível de eficiência energética desejado.

- **Modelagem de envoltória e sistemas:**

É preciso demonstrar, a partir da comparação da simulação dos dois modelos representativos, que o consumo energético do projeto de referência seja menor ou igual que o do real. Para obter a classificação geral do edifício é preciso que sejam atendidos os itens das tabelas a seguir.

Já para classificações parciais é necessário, para se obter a etiqueta parcial da envoltória, fazer simulação com o sistema de iluminação do modelo de referência e, para o sistema de condicionamento, utilizar os valores das tabelas 16 e 17. Para etiqueta parcial da envoltória e do sistema de iluminação, é preciso simular com o sistema de condicionamento de ar atendendo às tabelas 16 e 17. Para etiqueta parcial da envoltória e do sistema de condicionamento, deve-se fazer a simulação com o sistema de iluminação do modelo de referência.

Tabela 16: Tipo de sistema de condicionamento de ar a ser simulado para o caso de edifícios sem projeto de sistema.

Área total condicionada na edificação	Tipo de sistema
Área < 4.000 m <sup>2</sup>	Expansão direta, <i>split</i> , condensação a ar
Área ≥ 4.000 m <sup>2</sup>	Água gelada com caixas VAV, condensação à água

**Tabela 17: Características gerais do sistema a ser modelado**

<b>Característica</b>	<b>Descrição</b>
Capacidade do sistema	Dimensionar o sistema do modelo virtual para que, no máximo, 10% das horas sejam atendidas.
Temperatura de insuflamento	Considerar temperatura de insuflamento com 11°C de diferença para a temperatura de controle do ar ( <i>setpoint</i> ) da zona térmica.
Vazão de ar externo	Adotar as taxas de renovação de ar indicadas na NBR 16401, conforme o tipo de atividade de cada zona térmica. Considerar o ar externo admitido diretamente nas salas de máquinas do sistema de ventilação de ar externo e exaustão de ar interno.
Eficiência	Adotar eficiência nível A para todos os equipamentos do sistema.

A modelagem dos dois modelos, real e de referência, deve conter algumas características semelhantes, como a utilização do mesmo programa para simulação energética, da mesma geometria, do mesmo arquivo climático, da mesma relação de Norte, do mesmo padrão de uso do edifício, entre outros.

Já para o modelo de edifício real, é preciso seguir todas as orientações dos projetos, representar, caso haja, os diferentes sistemas de condicionamento de ar, incluir todas as peculiaridades do edifício, como por exemplo, só se manter o sistema de condicionamento de ar ligado por alguns períodos do ano.

E por fim, para o modelo de referência, é necessário que este atinja o nível desejado de eficiência.

- **Pontuação total (PT) de edifícios totalmente simulados**

Utiliza-se a equação 3 abaixo para se obter a classificação de edifícios avaliados totalmente por simulação

$$PT = EqNumS + b \frac{1}{0} \quad (3)$$

Onde:

EqNumS: equivalente numérico obtido através da simulação;  
b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1

O EqNumS é resultado de uma interpolação linear dos consumos calculados na simulação do modelo de referência.

- **Ambientes naturalmente ventilados ou não condicionados**

Edifícios que possuem ventilação natural ou ambientes não condicionados precisam provar, através da simulação computacional, que estão proporcionando temperaturas dentro da zona de conforto. Utilizando a tabela a seguir, é possível se obter o equivalente numérico para se utilizar na equação 1.

**Tabela 18: Equivalentes numéricos para ventilação natural**

Percentual de Horas Ocupadas em Conforto	EqNumV	Classificação Final
$POC \geq 80\%$	5	A
$70\% \leq POC < 80\%$	4	B
$60\% \leq POC < 70\%$	3	C
$50\% \leq POC < 60\%$	2	D
$POC < 50\%$	1	E

### 7.3. Pré-requisitos

Os pré-requisitos necessários a serem atendidos são somente quanto ao programa utilizado para fazer a simulação computacional e quanto ao arquivo climático utilizado no programa.

- **Programa de simulação**

Deve ser um programa de análise energética de edifícios, ser validado pela ASHRAE Standard 140 e também modelar 8760 horas por ano. É necessário que o programa leve em consideração as horas de ocupação, a potência de iluminação e de equipamentos. É preciso também que permita a modelagem de multizonas térmicas.

Quanto ao arquivo climático, é preciso que este forneça a temperatura, umidade, direção e velocidade do vento para diferentes horários, deve também representar as diferentes zonas bioclimáticas.

## **8 Processo de etiquetagem:**

Para se obter a etiqueta nacional de conservação de energia é feita uma avaliação dos requisitos contidos no regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviço e públicos, já descritos nos capítulos anteriores. Esses requisitos são avaliados por um laboratório de inspeção credenciado pelo INMETRO, que verifica se o nível de eficiência energética foi alcançado pela edificação.

No Regulamento de Avaliação da conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos (RAC-C) são apresentados os métodos de avaliação, o modelo da ENCE, os procedimentos para submissão à avaliação, entre outros.

### **8.2 Avaliação de projeto**

Primeiramente, o proprietário deve entregar ao laboratório que irá fazer a inspeção do projeto os documentos determinados pelo RAC-C e necessários para a validação da ENCE do edifício; é preciso também definir se o projeto será determinado pelo modo prescritivo ou por simulação. Para o método prescritivo, é preciso fornecer os projetos prontos para a simulação do edifício real e 4 modelos de referência dos diferentes níveis de eficiência (A, B, C e D); para o segundo método, é preciso detalhar todos os dados adicionais do edifício necessários para a simulação e, por fim, entregar também todo material exigido pelo RAC-C.

Caso o projeto seja validado pelo laboratório, é emitida uma autorização para o uso da ENCE de projeto.

### **8.3 Inspeção por amostragem do edifício**

Depois de finalizada a construção e tendo-se obtido o habite-se, é feita uma verificação no edifício se foram atendidas todas as características dos projetos enviados, ratificando o nível de eficiência do edifício. Nessa verificação, são feitas amostragens dos ambientes, podendo até mesmo ocorrer medições das dimensões de janelas e portas e é possível acontecer a verificação de propriedades de materiais utilizados no empreendimento.

Se existirem diferenças entre o edifício já construído e o projeto apresentado, é possível ser feita outra avaliação do projeto, sendo ela uma medida corretiva para que a edificação alcance a eficiência desejada.

Caso não seja encontrada nenhuma nãoconformidade, a ENCE com a classificação do edifício como um todo será liberada para uso do empreendimento.

#### 8.4 Fluxograma do processo de avaliação da conformidade

A seguir, é apresentado um fluxograma que simplifica o processo de etiquetagem:

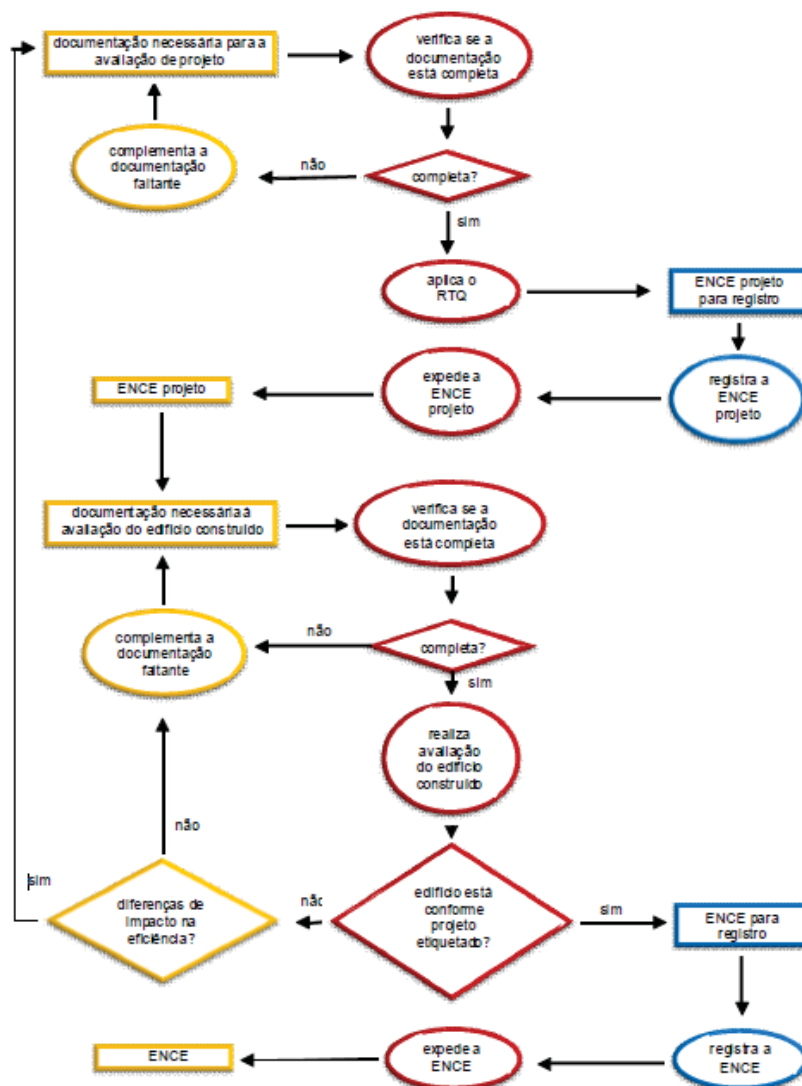


Figura 4 – Fluxograma do processo de avaliação da conformidade. (RAC\_C p. 47, 2010).

### 8.5 Modelo da ENCE

- Edifício Completo

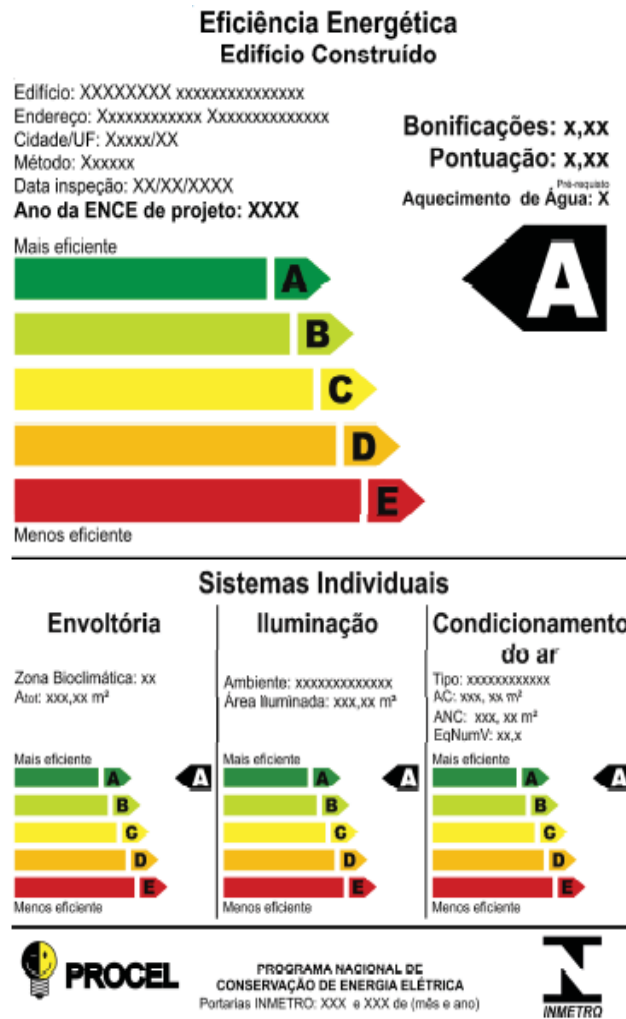


Figura 6 – ENCE edifício completo (RAC\_C p. 25,2010)

- ENCE Parciais



ENCE Parcial da Envoltória



ENCE Parcial da Envoltória e Iluminação



ENCE Parcial para Envoltória e Condicionamento de Ar.

Figura 7 – ENCE Parcial (RAC\_C p. 27,2010)



• Modelo de planilha

GERAL						
Imagem representativa do edifício	Proprietário _____					
	Nome edifício _____					
	Endereço _____					
	Nº/Compl. _____			Bairro _____		
	Cidade _____			UF _____	CEP _____	
	Zona Bioclimática _____ Data _____					
Proprietário _____			Inspetor _____			
DADOS GERAIS						
MÉTODO DE AVALIAÇÃO SOLICITADO		prescritivo		simulação		
SIMULAÇÃO		arquivos entregues		simulação completa		
DADOS DO EDIFÍCIO						
Atividade _____			Funcionamento (h) _____			
Área total _____		Área do subsolo _____		Uso do subsolo _____		
AVALIAÇÃO (edifício completo?) <input type="checkbox"/>						
ÁREAS DE PISO		AU	AC	ANC	APT	
SISTEMAS OU DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA						
CONSUMO DE ÁGUA		Referencial	Edifício	Economia (%)		
Consumo (l/habitante)						
SISTEMAS OU DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ENERGIA						
Consumo anual (kWh/m²/ano)		Referencial	Fotovoltaica	Eólica	Cogeração	Outra*
Porcentual de economia (%)						
*Descrição _____						
Informações sobre aquecimento solar de água para bonificação devem ser preenchidas no fim de pré-requisitos						
AQUECIMENTO DE ÁGUA						
SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR						
Demanda de água quente atendida pelo sistema de aquecimento solar _____						
Área de placas _____		Número de placas _____		Eficiência INMETRO _____		
Modelo de placa _____						
Orientação dos coletores _____		Inclinação dos coletores _____		Latitude _____		
Capacidade dos reservatórios _____		Isolamento térmico reservatório _____		Eficiência INMETRO _____		
AQUECEDORES A GÁS DO TIPO INSTANTÂNEO						
Demanda de água quente atendida por aquecedores a gás _____						
Modelo _____		Potência _____		Eficiência INMETRO _____		
Local em que o aquecedor está instalado _____						
acrescentar quantas linhas forem necessárias						
SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR BOMBAS DE CALOR						
Demanda de água quente atendida por bombas de calor _____				COP _____		
CALDEIRAS A GÁS						
Demanda de água quente atendida por caldeiras a gás _____				Eficiência _____		
AQUECIMENTO ELÉTRICO						
Demanda de água quente atendida por aquecimento elétrico _____						
Tipo _____		Modelo _____		Potência _____		Eficiência _____
acrescentar quantas linhas forem necessárias						
ISOLAMENTO DE TUBULAÇÕES						
Espessura do isolamento térmico _____			Condutividade térmica _____			
Tipo de tubulação _____			Resistência térmica do reservatório _____			
ELEVADORES						
Ano em que o edifício foi construído _____						
Elevador 1		Inversor de frequência	Transmissão regenerativa	Máquinas sem engrenagem (gearless)		
Elevador 2		Inversor de frequência	Transmissão regenerativa	Máquinas sem engrenagem (gearless)		
acrescentar quantas linhas forem necessárias						
CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO ELÉTRICO						
Nº de medidores individuais no edifício _____			Ambiente: cabos de distribuição _____			
Nº de pontos exclusivos para TUBA		TUBA*	Iluminação	Outros usos finais		
*exceto condicionadores de ar			Condicionadores de ar			
Unidades em m, m², m³, W ou kWh, ou indicado na célula						

PLANILHA DE FORNECIMENTO DE DADOS

Figura 8 – Planilha (Anexo X, RAC\_C p. 48, 2010)

## 9 O Procel edifica e suas vantagens e dificuldades

A indústria da construção civil é um dos setores mais significativos da economia mundial, representando 10% da economia. Ademais, cerca de 40% do consumo de energia elétrica do mundo são consumidos por edifícios.

Após a crise energética de 2001, devido ao aumento do consumo energético dos centros urbanos que se encontravam abarrotados de pessoas, foi necessário adotar medidas drásticas de redução do consumo de energia, afinal acabara-se o tempo quando a energia era abundante e as tarifas eram baratas.

Como o consumo de energia de edificações representa uma grande parte do gasto energético do Brasil, o Selo Procel Edifica vem para agregar esforços na diminuição do consumo através da eficiência energética em edifícios, desde a construção até a ocupação.

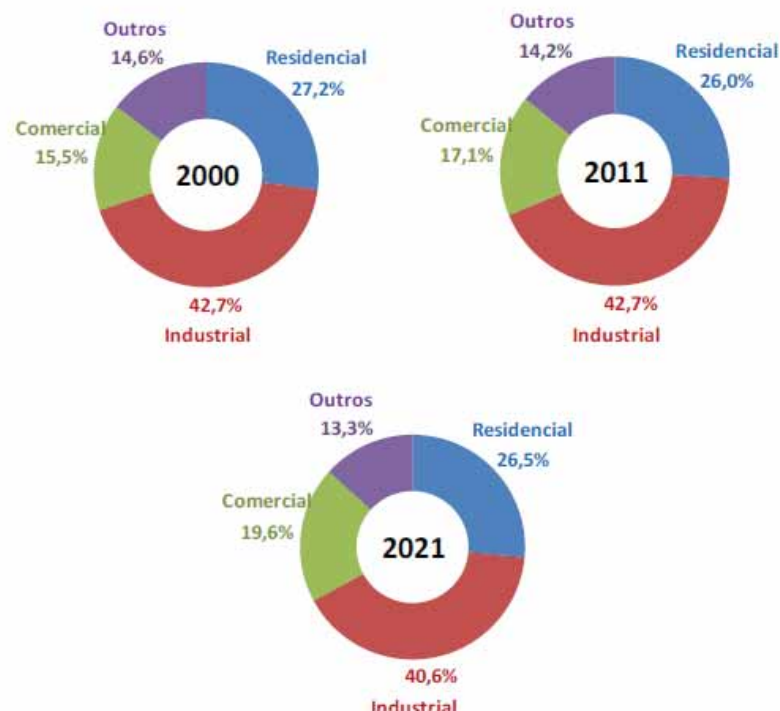


Figura 9 – Gráfico da estrutura do consumo de eletricidade na rede por classe (%)

([http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104_1.pdf))

## 9.1 Vantagens

Uma das principais vantagens do Selo Procel Edifica é também a sua finalidade, ou seja, a eficiência energética. Tal conceito significa gastar baixa quantidade de energia para proporcionar um determinado serviço. Desse modo, o intuito do Selo é diminuir o dispêndio energético, que teria níveis mais altos nos projetos comumente realizados.

O selo exige que a construção civil utilize aparelhos aprovados pelo INMETRO, ou ainda, que utilize os próprios recursos que o ambiente proporciona para que não haja gasto de energia sem necessidade, sendo assim, incentiva boas práticas de engenharia, poupando o consumo.

Da eficiência energética decorrem outras três vantagens, sendo elas a melhora da qualidade de vida, a diminuição dos impactos ambientais e a atração de novos clientes.

Os edifícios com o Selo Procel proporcionam maior qualidade de vida, pois geram zonas de conforto adequadas para seus habitantes. As zonas de conforto compreendem locais onde existe satisfação psicofisiológica de um indivíduo em relação às condições térmicas do ambiente.

Segundo Ennio Cruz da Costa, em sua obra *Arquitetura Ecológica*, para se obter instalações com zona de conforto é preciso atender a determinados requisitos:

- A diferença entre as temperaturas simultâneas do termômetro seco, em dois pontos quaisquer do recinto condicionado, ao nível de 1,50m, não deve ultrapassar a 2°C.
- A velocidade do ar na zona de ocupação, isto é, no espaço compreendido entre o piso e o nível de 1,50m, deve ficar compreendida entre 1,50 e 15,0m/min. Excepcionalmente será permitido que se ultrapassem os limites acima fixados, como, por exemplo, na vizinhança das grelhas de retorno e de insuflamento que, por necessidade de construção, forem localizadas abaixo do nível de 1,50m.
- No caso de resfriamento, a diferença entre a temperatura das correntes de ar no espaço frequentado por pessoas e a temperatura média nesse espaço não deve ser superior aos seguintes valores:
  - 1,5°C para velocidades da corrente de ar menores que 12 m/min;
  - 1,5°C para velocidades da corrente de ar maiores que 12 m/min.
- O ar deve ser continuamente filtrado e renovado.
- Nos recintos condicionados, os níveis de ruído decorrente das instalações de condicionamento de ar devem ser limitados de acordo com a finalidade de ocupação do recinto.

Quanto à diminuição de impactos ambientais, o Selo Procel Edifica entra como um importante combatente do alto consumo de energia, sendo que esta afeta o meio ambiente desde o momento da sua geração até a efetiva transmissão para o consumo.

Ademais, a eficiência energética diminui a necessidade de investimentos públicos e privados para transmissão de energia, afinal, com um menor consumo, não haverá necessidade de dispor recursos na busca de novas fontes de geração de energia, resultando numa diminuição de custos, afetando não só grandes empresas como também toda a população.

Com todas as vantagens já mencionadas, o Selo Procel Edifica torna-se um grande atrativo para investidores, não só por construírem edifícios mais econômicos, como também por preservar o meio ambiente, sendo um exemplo da mudança que a sociedade precisa promover.

## **9.2 Desafios**

Edificações sustentáveis ainda são novidades no nosso país, apesar de um forte incentivo, nos últimos anos, para a preservação ambiental, o consumo de energia ainda é exagerado.

O Selo Procel Edifica é uma forma de atestar a sustentabilidade de um edifício, porém, como a princípio o custo para a construção de tais projetos é alto, os investidores não buscam essa alternativa, não identificando que o custo benefício em longo prazo é mais vantajoso.

O alto custo também acaba por refletir na venda e locação desses imóveis, gerando um desconforto para os possíveis interessados, que também não enxergam o custo benefício.

A razão pela qual não há interesse em edifícios sustentáveis é a falta de conscientização da população quanto à eficiência energética. Mesmo com a crise de 2001, quando se exigiu que houvesse um racionamento de energia, a população não aprendeu; os bons hábitos surgidos na época já foram dissipados e os projetos de sustentabilidade não têm seu devido valor apreciado.

O governo não incentiva a divulgação do processo de etiquetagem, o qual serviria como base para conscientização da população. Sendo o Brasil um país em desenvolvimento, o estímulo em construções sustentáveis pouparia novas crises e futuras modificações como enfrentam os países já desenvolvidos.

## 10. Conclusão

Edificações sustentáveis ainda são novidades no nosso país. Apesar de um forte incentivo, nos últimos anos, para a preservação ambiental, o consumo de energia ainda é exagerado. Com isso, é preciso investir cada vez mais em medidas que mitiguem esse consumo em excesso.

Foi apresentado, neste trabalho, o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – Procel Edifica, que “incentiva a conservação e uso eficiente dos recursos naturais nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente” (PROCEL).

No decorrer desta exposição, foi detalhado o processo de etiquetagem, abrangendo todos os 3 sistemas, a saber: Envoltória, Sistema de Iluminação e Sistema de Condicionamento de Ar. Também foi descrito o processo de simulação computacional para atender a pré-requisitos não detalhados no método prescritivo.

Com a finalidade de eficiência energética, a etiquetagem promove outras 3 grandes vantagens, sendo elas a melhora da qualidade de vida, a diminuição dos impactos ambientais e a atração de novos clientes. Com isso, fica clara a real importância da implementação desse programa, pois com ele será possível incentivar uma nova geração, com novos costumes, que valoriza as práticas sustentáveis.

Há muitos desafios para que o programa seja efetivamente inserido na realidade dos brasileiros, devido, principalmente, ao alto custo de investimentos durante a construção do edifício e à falta de maturidade da população brasileira quanto ao uso consciente de energia.

Depois de realizado o estudo do programa, foi possível concluir como são importantes iniciativas como essa, que incentivam a preservação do meio ambiente e práticas de sustentabilidade, além de mostrar a necessidade da prática da etiquetagem Procel Edifica em todas as construções do Brasil.

## 11 Referências

COSTA, E. **ARQUITETURA ECOLÓGICA condicionamento térmico natural**. São Paulo: Editora Blucher, 2008.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; RUTTKAY, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

**Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**. 2009a, Vol. 1. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>>.

**Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Florianópolis. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/>>.

**PROCEL**. Disponível em: < <http://www.eletronbras.com/pci/main.asp?TeamID={4CC4F5C8-DE07-4E50-9F61-CED15C904533}> >

**Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos – RTQ\_C**. 2010, Vol. 2. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/pci/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7BE770F786-DEAB-464F-9A76-3A45C5F7F241%7D%3B&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>>.

**Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos – RAC\_C**. 2010, Vol. 3. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/pci/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=&params=itemID=%7BDE1E59AF-C975-4D27-A9DF-36DCC72CC8AF%7D%3B&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>>.

**Energia e meio ambiente**. 31 de Março de 2012. Disponível em: <<http://www.aequo.com.br/blog/80-energia-e-meio-ambiente>>

**Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2012-2021).** Rio de Janeiro, Dezembro de 2012. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104_1.pdf)>



**12 Anexo A - Limite máximo aceitável de densidade de potencia de iluminação (DPI<sub>L</sub>) para o nível de eficiência pretendido – Método da Área do Edifício**

<b>Função do Edifício</b>	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível D)
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazém	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11,0
Centro de Convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comércio	15,1	17,4	19,6	21,9
Correios	9,4	10,8	12,2	13,6
Venda e Locação de Veículos	8,8	10,1	11,4	12,8
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1
Estádio de esportes	8,4	9,7	10,9	12,2
Garagem – Ed. Garagem	2,7	3,1	3,5	3,9
Ginásio	10,8	12,4	14,0	15,7
Hospedagem, Dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6
Hospital	13,0	15,0	16,9	18,9
Hotel	10,8	12,4	14,0	15,7
Igreja/Templo	11,3	13,0	14,7	16,4
Restaurante	9,6	11,0	12,5	13,9
Restaurante: Bar/Lazer	10,7	12,3	13,9	15,5
Restaurante: Fast-food	9,7	11,2	12,6	14,1
Museu	11,4	13,1	14,8	16,5
Oficina	12,9	14,8	16,8	18,7
Penitenciária	10,4	12,0	13,5	15,1
Posto de Saúde/Clinica	9,4	10,8	12,2	13,6
Posto Policial	10,3	11,8	13,4	14,9
Prefeitura – Inst. Gov.	9,9	11,4	12,9	14,4
Teatro	15,0	17,3	19,5	21,8
Transportes	8,3	9,5	10,8	12,0
Tribunal	11,3	13,0	14,7	16,4

**13 Anexo B - Limite máximo aceitável de densidade de potencia de iluminação (DPI<sub>L</sub>) para o nível de eficiência pretendido – Método das Atividades do Edifício**

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI <sub>L</sub> Nível A (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>L</sub> Nível B (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>L</sub> Nível C (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>L</sub> Nível D (W/m <sup>2</sup> )
	K	RCR				
Armazém, Atacado						
Material pequeno/leve	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Material médio/volumoso	1,20	4	5,00	6,00	7,0	8,00
Átrio - por metro de altura						
até 12,20 m de altura	-		0,30 <sup>1</sup>	0,36 <sup>1</sup>	0,42 <sup>1</sup>	0,48 <sup>1</sup>
acima de 12,20 m de altura	-		0,20 <sup>1</sup>	0,24 <sup>1</sup>	0,28 <sup>1</sup>	0,32 <sup>1</sup>
Auditórios e Anfiteatros						
Auditório	0,80	6	8,50	10,20	11,90	13,60
Centro de Convenções	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Cinema	1,20	4	5,00	6,00	7,00	8,00
Teatro	0,60	8	26,20	31,44	36,68	41,92
Banco/Escritório - Área de atividades bancárias	0,80	6	14,90	17,88	20,86	23,84
Banheiros	0,60	8	5,00	6,00	7,00	8,00
Biblioteca						
Área de arquivamento	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Área de leitura	1,20	4	10,00	12,00	14,00	16,00
Área de estantes	1,20	4	18,40	22,08	25,76	29,44
Casa de Máquinas	0,80	6	6,00	7,20	8,40	9,60
Centro de Convenções - Espaço de exposições	1,20	6	15,60	18,72	21,84	24,96
Circulação	<2,4m largura		7,10	8,52	9,94	11,36
Comércio						
Área de vendas	0,80	6	18,10	21,72	25,34	28,96
Pátio de área comercial	1,20	4	11,80	14,16	16,52	18,88
Provador	0,60	8	10,20	12,24	14,28	16,32
Cozinhas	0,80	6	10,70	12,84	14,98	17,12
Depósitos	0,80	6	5,00	6,00	7,0	8,00
Dormitórios – Alojamentos	0,60	8	4,10	4,92	5,74	6,56
Escadas	0,60	10	7,40	8,88	10,36	11,84
Escritório	0,60	8	11,90	14,28	16,66	19,04
Escritório – Planta livre	1,20	4	10,50	12,60	14,70	16,80
Garagem	1,20	4	2,00	2,40	2,80	3,20

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI <sub>L</sub> Nível A (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>L</sub> Nível B (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>L</sub> Nível C (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>L</sub> Nível D (W/m <sup>2</sup> )
	K	RCR				
<b>Ginásio/Academia</b>						
Área de Ginástica	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Arquibancada	1,20	4	7,50	9,00	10,50	13,00
Esportes de ringue	1,20	4	28,80	34,56	40,32	46,08
Quadra de esportes – classe 4 <sup>2</sup>	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Quadra de esportes – classe 3 <sup>3</sup>	1,20	4	12,90	15,48	18,06	20,64
Quadra de esportes – classe 2 <sup>4</sup>	1,20	4	20,70	24,84	28,98	33,12
Quadra de esportes – classe 1 <sup>5</sup>	1,20	4	32,40	38,88	45,36	51,84
<b>Hall de Entrada- Vestíbulo</b>	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Cinemas	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Hotel	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Salas de Espetáculos	0,80	6	8,00	9,60	11,20	12,80
<b>Hospital</b>						
Circulação	<2,4m largura		9,60	11,52	13,44	15,36
Emergência	0,80	6	24,30	29,16	34,02	38,88
Enfermaria	0,80	6	9,50	11,4	13,3	15,2
Exames/Tratamento	0,60	8	17,90	21,48	25,06	28,64
Farmácia	0,80	6	12,30	14,76	17,22	19,68
Fisioterapia	0,80	6	9,80	11,76	13,72	15,68
Sala de espera, estar	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Radiologia	0,80	6	14,20	17,04	19,88	22,72
Recuperação	0,80	6	12,40	14,88	17,36	19,84
Sala de Enfermeiros	0,80	6	9,40	11,28	13,16	15,04
Sala de Operação	0,80	6	20,30	24,36	28,42	32,48
Quarto de pacientes	0,80	6	6,70	8,04	9,38	10,72
Suprimentos médicos	0,80	6	13,70	16,44	19,18	21,92
<b>Igreja, templo</b>						
Assentos	1,20	4	16,50	19,8	23,10	26,40
Altar, Coro	1,20	4	16,50	19,8	23,10	26,40
Sala de comunhão - nave	1,20	4	6,90	8,28	9,66	11,04
<b>Laboratórios</b>						
para Salas de Aula	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Médico/Ind./Pesq.	0,80	6	19,50	23,40	27,30	31,20
<b>Lavanderia</b>	1,20	4	6,50	7,80	9,10	10,40
<b>Museu</b>						
Restauração	0,80	6	11,00	13,20	15,40	17,60