



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
Campus Universitário – Trindade  
Florianópolis – SC – CEP 88040-900  
Caixa Postal 476



**Fundação de Ensino e Engenharia em Santa Catarina**  
<http://www.feesc.org.br>  
Telefone: (48) 3721-9553



**Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**  
<http://www.labeee.ufsc.br> | e-mail: [contato@labeee.ufsc.br](mailto:contato@labeee.ufsc.br)  
Telefones: (48) 3721-5184 / 3721-5185



**Centrais Elétricas Brasileiras S.A.**  
<http://www.eletrobras.gov.br>



**Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**  
<http://www.eletrobras.gov.br/procel>

**Convênio ECV-271/2008 Eletrobras/UFSC**

## **RELATÓRIO TÉCNICO FINAL DE ELABORAÇÃO DO TEXTO RTQ-R**

**RELATÓRIO TÉCNICO: RT\_LABEEEE-2011/01**

**Elaborado por:** Michele Fossati, Dra.

**Coordenação:** Prof. Roberto Lamberts, PhD.

**Para:** ELETROBRAS/PROCEL

Florianópolis, 06 de junho de 2011

## RESUMO

Este Relatório Técnico descreve o desenvolvimento da metodologia para avaliação da eficiência energética de edificações residenciais, que resultou na publicação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R).

Neste documento são apresentadas as decisões que levaram às propostas de texto em todos os itens relevantes do RTQ-R, com exceção do desenvolvimento das equações, que serão apresentadas em relatórios específicos (RT\_LABEEE-2011/02 e RT\_LABEEE-2011/03). As propostas foram realizadas por membros da Secretaria Técnica de Edificações – ST Edificações, que se reuniu em diversas oportunidades para discuti-las e aprová-las. Por fim, uma consulta pública foi realizada no período de 17 de setembro a 17 de outubro de 2010 e, após a consolidação dos comentários, o RTQ-R foi publicado sob Portaria Inmetro nº 449, de 25 de novembro de 2010.

## SUMÁRIO

RESUMO	1
SUMÁRIO	2
1. .... DEFINIÇÕES	3
2. .... INTRODUÇÃO	5
3. .... EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	6
4. .... UNIDADES HABITACIONAIS AUTÔNOMAS	13
4.1 Pré-requisitos da envoltória	13
4.1.1 Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar	13
4.1.2 Ventilação natural	13
4.1.3 Iluminação natural	14
4.2 Procedimento para determinação da eficiência da envoltória	14
4.3 Sistema de aquecimento de água	15
4.4 Bonificações	16
4.5 Anexo I – Dispositivos de proteção solar em edificações residenciais	18
5. .... EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES	18
6. .... EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES	18
7. .... ÁREAS DE USO COMUM	19
7.1 Elevadores	20
8. .... REALIZAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DA CONSULTA PÚBLICA	20
9. .... PUBLICAÇÃO DO RTQ-R	21
10. ... PRIMEIRAS ENCES EMITIDAS	21
11. ... CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

## 1. DEFINIÇÕES

**Áreas de uso comum:** Ambientes de uso coletivo de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais.

**Áreas comuns de uso frequente:** São consideradas áreas comuns de uso frequente: circulações, *halls*, garagens, escadas, antecâmaras, elevadores, corredores, estacionamento de visitantes, acessos externos ou ambientes de usos similares aos citados. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

**Áreas comuns de uso eventual:** São consideradas áreas comuns de uso eventual: salões de festa, piscina, brinquedoteca, banheiros coletivos, bicicletário, quadra poliesportiva, sala de cinema, sala de estudo, sala de ginástica, playground, churrasqueira, sauna e demais espaços coletivos destinados ao lazer e descanso dos moradores. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

**Edificação Multifamiliar:** Edificação que possui mais de uma unidade habitacional autônoma (UH) em um mesmo lote, em relação de condomínio, podendo configurar edifício de apartamentos, sobrado ou grupamento de edificações. (Observação: casas geminadas ou “em fita”, quando situadas no mesmo lote, enquadram-se nesta classificação). Estão excluídos desta categoria hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis e similares.

**Edificação Residencial:** Edificação utilizada para fins habitacionais, que contenha espaços destinados ao repouso, alimentação, serviços domésticos e higiene, não podendo haver predominância de atividades como comércio, escolas, associações ou instituições de diversos tipos, prestação de serviços, diversão, preparação e venda de alimentos, escritórios e serviços de hospedagem, sejam eles hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis ou similares. No caso de edificações de uso misto, que possuem ocupação diversificada englobando mais de um uso, estes devem ser avaliados separadamente.

**Edificação Unifamiliar:** Edificação que possui uma única unidade habitacional autônoma (UH) no lote.

**Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE):** Etiqueta concedida a produtos e edificações com eficiência avaliada através do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

**Unidade Habitacional Autônoma (UH):** Bem imóvel destinado à moradia e dotado de acesso independente, sendo constituído por, no mínimo, banheiro, dormitório, cozinha e sala, podendo estes três últimos ser conjugados. Corresponde a uma unidade de uma edificação multifamiliar (apartamento) ou a uma edificação unifamiliar (casa).

## 2. INTRODUÇÃO

Impulsionado pela promulgação da Lei nº 10.295, em 17 de outubro de 2001, conhecida como Lei da Eficiência Energética, e pela sua regulamentação pelo Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001, foi dado início ao processo de desenvolvimento dos regulamentos de eficiência energética de edificações. Esta lei determinou que “os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, *bem como as edificações construídas*, serão estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica a ser fixada nos termos deste Decreto, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia.” Para tanto, foi instituído o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE e, especificamente para edificações, o Grupo Técnico para Melhoria da Eficiência Energética nas Edificações no País (GT-Edificações), para regulamentar e elaborar procedimentos para avaliação da eficiência energética das edificações construídas no Brasil, visando o uso racional da energia elétrica.

O GT-Edificações, após uma análise crítica do estado da arte internacional, decidiu pela etiquetagem de edifícios como sua primeira ação, iniciando as atividades pela tipologia de edifícios comerciais, de serviço e públicos, seguida das edificações residenciais. Em 2005, o GT-Edificações criou a Secretaria Técnica de Edificações (ST-Edificações), que constitui-se como um fórum de discussões do qual participa o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE/UFSC, a Eletrobras e diversos especialistas do meio acadêmico e de representantes dos conselhos de classe e de entidades do setor da construção civil, com competência para discutir as questões técnicas envolvendo os requisitos técnicos e os indicadores de eficiência energética.

Quando da criação da ST-Edificações, a Eletrobras/Procel já havia lançado o Programa Procel Edifica, que foi então nomeado coordenador desta ST. O Procel Edifica tem como objetivo construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações brasileiras. Em uma de suas vertentes de ação - Subsídios à Regulamentação - apoiou o desenvolvimento dos parâmetros referenciais para verificação do nível de eficiência energética de edificações, que deu origem ao Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e

Públicos (RTQ-C), aos Requisitos de Avaliação da Conformidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C), ao Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), aos Requisitos de Avaliação da Conformidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RAC-R), todos publicados pelo Inmetro, e documentos complementares como os Manuais para aplicação destes requisitos.

O Inmetro, além de fazer parte da ST Edificações, criou a Comissão Técnica de Edificações - CT Edificações, em 2005, onde é discutido e definido o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Este Relatório Técnico descreve o desenvolvimento da metodologia para avaliação da eficiência energética de edificações residenciais, que resultou na publicação do RTQ-R. São apresentadas as decisões que levaram às propostas de texto em todos os itens relevantes do RTQ-R, com exceção do desenvolvimento das equações, que serão apresentadas em relatórios específicos (RT\_LABEEE-2011/02 e RT\_LABEEE-2011/03). As propostas foram realizadas por membros da ST Edificações, que em 24 reuniões discutiram e aprovaram-nas. Uma consulta pública foi realizada no período de 17 de setembro a 17 de outubro de 2010, sob Portaria Inmetro nº 373, de 17 de setembro de 2010. Após este período foi realizada a 25ª Reunião com a Secretaria Técnica para consolidação dos comentários da consulta pública, que resultou na publicação da Portaria Inmetro nº 449, de 25 de novembro de 2010.

As primeiras ENCEs de projeto de edificações residenciais foram emitidas em 29 de novembro de 2011, no lançamento do Regulamento Residencial realizado no Hotel Transamérica, em São Paulo a quatro edificações unifamiliares e cinco edificações multifamiliares.

### **3. EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

O RTQ-R especifica os requisitos técnicos e os métodos para classificação do nível de eficiência energética de edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares, estruturados nos seguintes itens:

- Unidades Habitacionais Autônomas (UH);
- Edificações Unifamiliares;
- Edificações Multifamiliares;
- Áreas de Uso Comum de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais.

A avaliação das UHs e das edificações unifamiliares divide-se em dois sistemas individuais: a **envoltória** e o **sistema de aquecimento de água**. Cada um destes sistemas é avaliado através de critérios estabelecidos no RTQ-R e da sua adequação a pré-requisitos específicos. Os dois sistemas têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Nas Zonas Bioclimáticas 1 a 4 o desempenho da envoltória é avaliado para inverno e para verão. Já nas Zonas Bioclimáticas 5 a 8 o desempenho da envoltória só é avaliado para verão. Em qualquer caso, é apresentado o desempenho da envoltória se refrigerada artificialmente. Este, entretanto, é só informativo e não entra no cálculo da pontuação final da UH.

Para a **classificação** da UH, uma equação pondera os sistemas (envoltória e aquecimento de água) através de pesos e permite somar **bonificações** à **pontuação final**. Estas bonificações podem ser obtidas com estratégias de ventilação e iluminação natural, uso racional de água, utilização de lâmpadas, refrigeradores, condicionadores de ar e ventiladores de teto eficientes e medição individualizada de água quente. A classificação da UH também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). A Figura 1 apresenta a localização destas informações na Etiqueta.

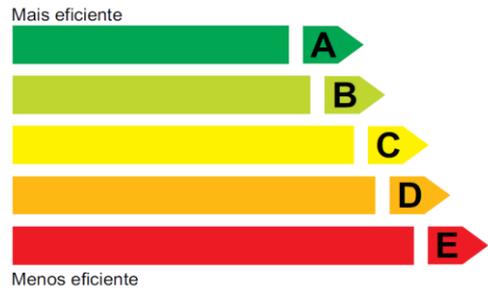
**Eficiência Energética  
 Unidade Habitacional Autônoma**

Etiqueta: PROJETO  EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

Identificação da unidade: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
 Endereço: xxxxxxxxxxxxxxxx  
 Cidade/UF: xxxxxxxxxxxx - xx  
 Zona bioclimática: xxx  
 Orientação principal da unidade: xxxxx  
 Data da avaliação de projeto: xx/xx/xxxx  
 Data da inspeção da edificação construída: xx/xx/xxxx

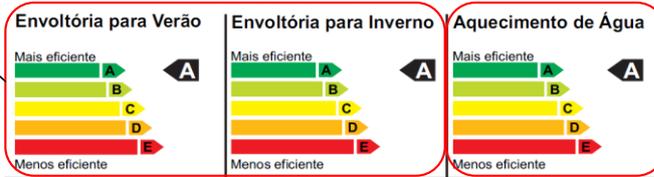
**Pontuação: x,xx**  
**Bonificações: x,xx**  
 Ventilação natural: x,xx  
 Iluminação natural: x,xx  
 Uso racional da água: x,xx  
 Condicionamento artificial de ar: x,xx  
 Iluminação artificial: x,xx  
 Ventiladores de teto: x,xx  
 Refrigeradores: x,xx  
 Medição individualizada: x,xx

Pontuação final da UH  
 Pontuação total obtida com bonificações  
 Pontuações parciais obtidas com bonificações  
 Classificação final da UH



**Sistemas Individuais**

Classificação no sistema envoltória



Classificação no sistema aquecimento de água



Classificação da envoltória se refrigerada artificialmente (informativo)

Observação: 1- Etiqueta de Projeto tem validade de 5 anos a partir da emissão e deve ser confirmada pela Etiqueta da Edificação Construída  
 2- Para verificar a validade da etiqueta consulte a página eletrônica do INMETRO: www.inmetro.gov.br



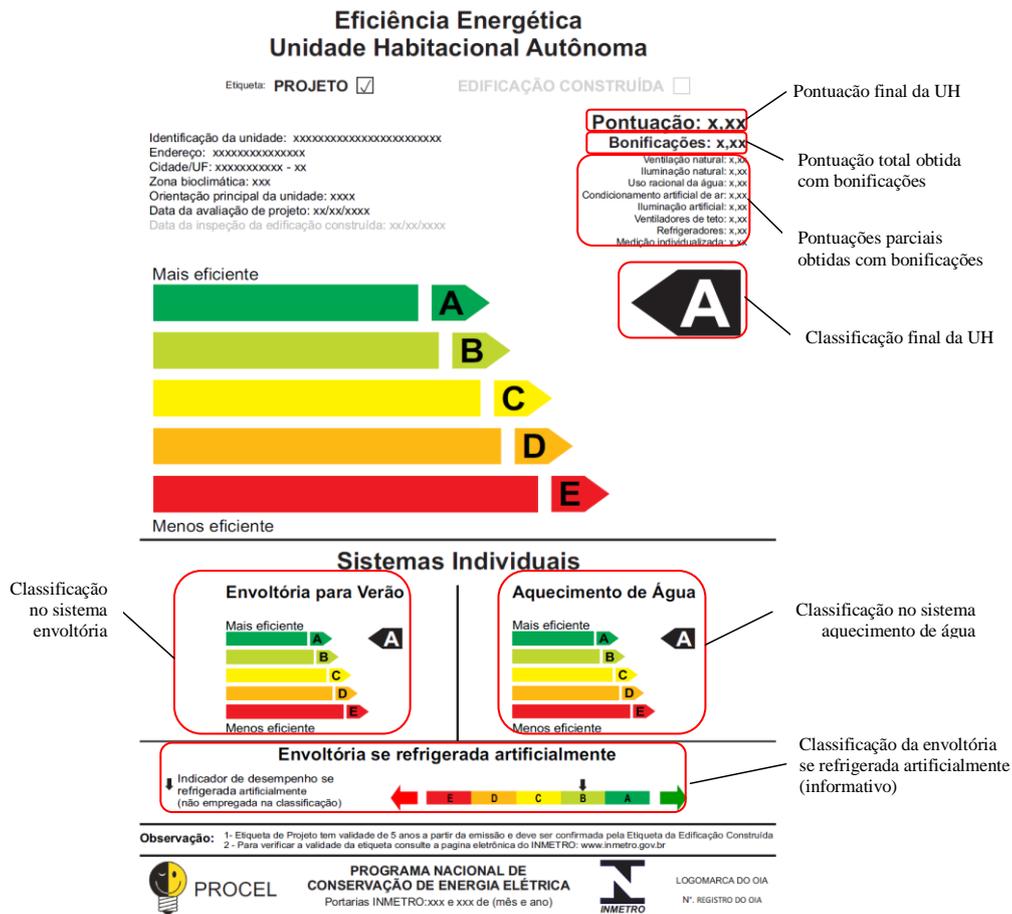
PROCEL

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA  
 Portarias INMETRO:xxx e xxx de (mês e ano)



LOGOMARCA DO OIA  
 N.º REGISTRO DO OIA

(a)



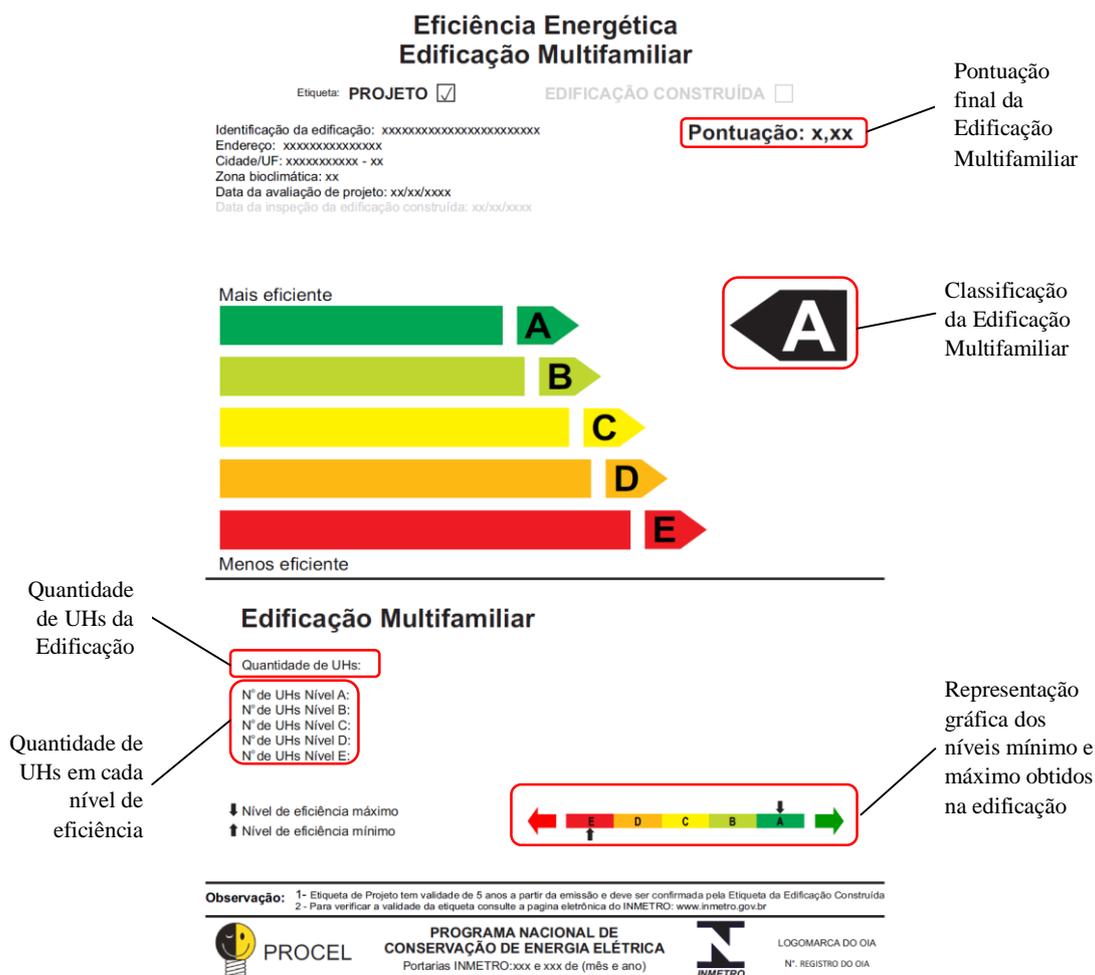
(b)

**Figura 1: (a) Informações constantes na Etiqueta de eficiência energética da UH das Zonas Bioclimáticas 1 a 4; (b) Informações constantes na Etiqueta de eficiência energética da UH das Zonas Bioclimáticas 5 a 8**

A determinação do nível de eficiência da envoltória pode ser realizada a partir de dois métodos: o método prescritivo e o método de simulação. O método prescritivo é composto por equações de regressão múltipla, de acordo com a Zona Bioclimática em que a UH está localizada. O método de simulação baseia-se na simulação termoenergética, onde a geometria da edificação sob avaliação deve ser modelada e simulada para duas condições: uma para a edificação quando naturalmente ventilada e outra para a edificação quando condicionada artificialmente, conforme requisitos descritos no RTQ-R. O método de simulação compara o desempenho da edificação sob avaliação com os valores de referência das tabelas de classificação dos níveis de eficiência energética da envoltória, disponíveis no site

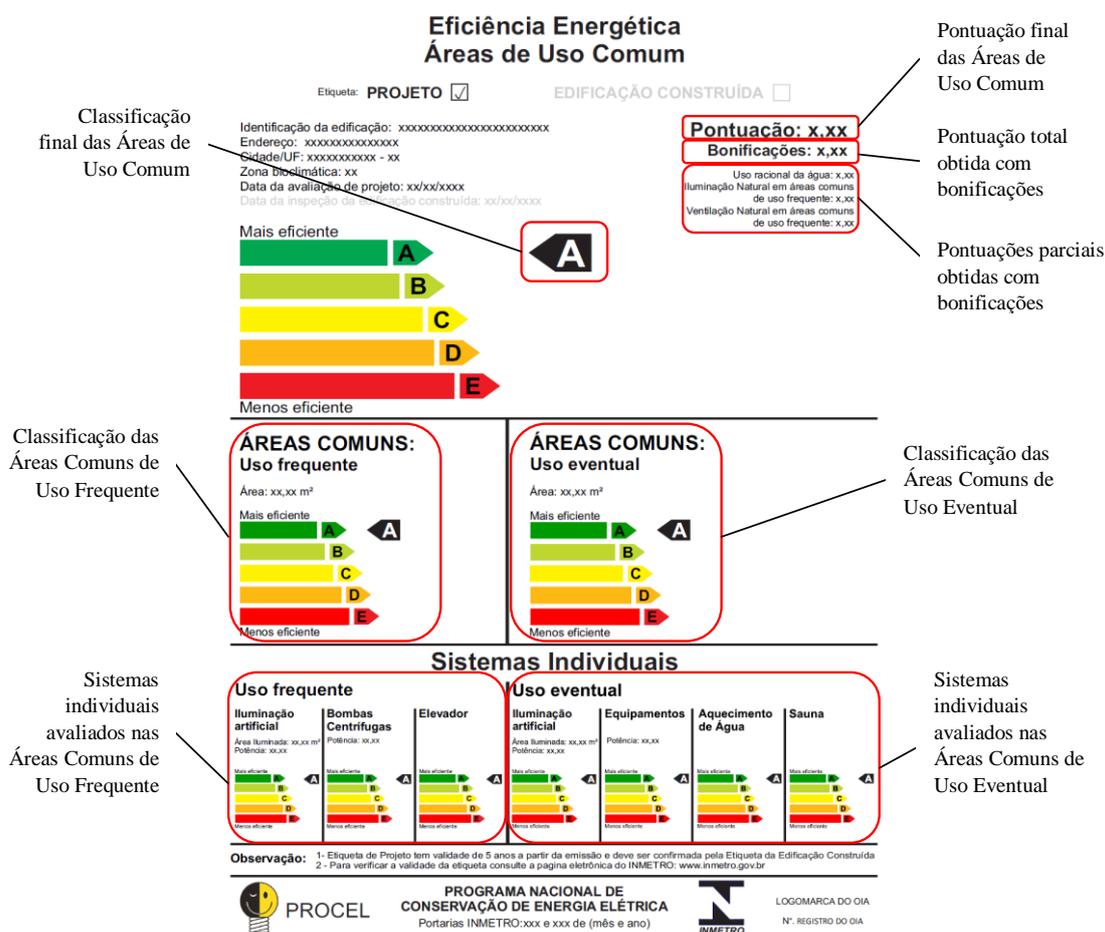
www.procelinfo.com.br/etiquetagem\_edificios, cujas características devem estar de acordo com o nível de eficiência pretendido. Este método de avaliação é recomendado para UHs que se beneficiem de estratégias de desempenho térmico e energético que não forem reproduzidas pelo método prescritivo.

A avaliação das edificações multifamiliares resulta da ponderação da classificação de todas as UHs pela sua área útil, determinando a pontuação e classificação final da edificação. Para obtenção dos níveis de eficiência A ou B, o pré-requisito de medição individualizada (em cada UH) de eletricidade e água deve ser atendido. Na etiqueta são apresentados o número total de UHs da edificação, o número de UHs em cada nível de eficiência e o nível de eficiência mínimo e máximo obtido entre elas, conforme mostra a Figura 2.



**Figura 2: Informações constantes na Etiqueta de eficiência energética da Edificação Multifamiliar**

A avaliação das áreas de uso comum de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais é dividida em áreas comuns de uso frequente e áreas comuns de uso eventual. Na primeira estão compreendidas circulações, *halls*, garagens, escadas, antecâmaras, elevadores, corredores, estacionamento de visitantes, acessos externos e ambientes de usos similares aos citados e na segunda são considerados salões de festa, piscina, brinquedoteca, banheiros coletivos, bicicletário, quadra poliesportiva, sala de cinema, sala de estudo, sala de ginástica, playground, churrasqueira, sauna e demais espaços coletivos destinados ao lazer e descanso dos moradores. O método proposto permite que sejam avaliadas desde edificações que possuem poucos ambientes de uso comum (como circulação e garagem), até condomínios do tipo clube, com diversos espaços coletivos voltados ao lazer dos moradores. Para composição da **classificação final** das áreas de uso comum são avaliados os seguintes sistemas individuais, quando aplicáveis ao empreendimento sob avaliação: **iluminação artificial, bombas centrífugas, elevadores, equipamentos** e eletrodomésticos, sistema de **aquecimento de água** de chuveiros e piscinas e **saunas**. Uma equação pondera os resultados das áreas comuns de uso frequente e eventual e permite somar **bonificações** à **pontuação final**. As bonificações podem ser obtidas através do uso racional de água, ventilação e iluminação natural em ambientes de uso frequente também. As informações constantes na Etiqueta são apresentadas na Figura 3.



**Figura 3: Informações constantes na Etiqueta de eficiência energética das Áreas de Uso Comum**

A avaliação da eficiência energética, tanto das UHs, quanto das Edificações Multifamiliares e das Áreas de Uso Comum deve ser realizada em duas etapas: a avaliação de projeto e a avaliação da edificação construída. A segunda etapa é obrigatória para verificar se o que foi construído está conforme o projetado e é realizada por meio de uma inspeção *in loco* após finalizada a obra e expedido o Alvará de Conclusão ou feita a ligação definitiva com a concessionária para fornecimento de energia elétrica e distribuidora de gás combustível.

## 4. UNIDADES HABITACIONAIS AUTÔNOMAS

Após um levantamento e análise crítica dos sistemas de etiquetagem de edificações residenciais internacionais e da análise de resultados de Pesquisas de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo de Energia, realizadas pela Eletrobras, verificou-se que a envoltória e o sistema de aquecimento de água são os sistemas que impactam mais significativamente no consumo de energia de uma residência. Observa-se que a avaliação da eficiência energética é realizada antes da entrada do usuário na edificação e que raramente os construtores/empreendedores entregam instalados o sistema de iluminação, condicionamento de ar e equipamentos. Por esta razão, optou-se por não avaliá-los como subsistemas principais e sim atribuir bonificações a estes itens, caso sejam entregues pelo construtor/empreendedor.

### 4.1 Pré-requisitos da envoltória

#### 4.1.1 Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar

Os valores limites adotados para as características dos componentes construtivos das paredes externas e coberturas, assim como sua limitação por Zona Bioclimática, foram obtidos em normas já existentes, como a NBR 15.575-4, NBR 15.575-5 e NBR 15220-3.

#### 4.1.2 Ventilação natural

A proposta para o texto de ventilação natural foi feita pelo professor Leonardo Salazar Bittencourt, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, membro da Secretaria Técnica. Inicialmente havia uma série de exigências relacionadas a este tema além dos três itens presentes atualmente no RTQ-R (percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação, ventilação cruzada e ventilação controlável). Diversos testes realizados indicaram exigências muito rigorosas para uma primeira versão do Regulamento. A Secretaria Técnica optou, portanto, por dividir o tema ventilação natural, permanecendo uma parte como pré-requisito (os três itens supracitados) e outra parte passando para bonificação (porosidade das fachadas, utilização de dispositivos especiais, centro

geométrico das aberturas externas e permeabilidade das aberturas intermediárias na Zona Bioclimática 8).

#### 4.1.3 Iluminação natural

A proposta para o texto de iluminação natural foi feita pela professora Cláudia Naves Amorin, da Universidade de Brasília – UnB, membro da Secretaria Técnica. Inicialmente havia mais de um pré-requisito relacionado à iluminação natural. Testes foram realizados em diferentes ambientes, de diferentes tipos de edificações, que indicaram que as exigências estavam muito rigorosas para uma primeira versão do Regulamento. A Secretaria Técnica optou, portanto, por dividir o tema iluminação natural, permanecendo uma parte como pré-requisito (a relação das áreas de abertura para iluminação em relação às áreas de piso) e outra parte passando para bonificação (a profundidade e a refletância do teto dos ambientes).

#### 4.2 Procedimento para determinação da eficiência da envoltória

A determinação da eficiência energética da envoltória pode ser realizada por dois métodos: o método prescritivo e o método de simulação. Em ambos os casos, a metodologia para avaliação da envoltória é centrada no desempenho térmico da edificação, utilizando o método dos graus hora, onde são calculados os números acumulados de graus hora anuais de temperatura operativa para cada ambiente de permanência prolongada. O parâmetro graus hora de resfriamento é definido como sendo o somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da temperatura de base.

Nos cálculos de graus hora de resfriamento do RTQ-R foi adotada a temperatura de resfriamento de 26°C, significando que, quando a temperatura do ar interna estiver acima de 26°C o excedente é somado ao total de graus hora de resfriamento anual.

Este método é indicado como uma maneira simples para análises energéticas. De forma geral, os valores de graus hora podem ser utilizados para estimar a carga anual de refrigeração ou aquecimento para o ano todo ou apenas um período. Assim, este método é um bom indicador para se analisar o desempenho térmico de edificações residenciais

naturalmente ventiladas, pois considera as condições de conforto do usuário sem condicionamento artificial.

O método pautado no desempenho e na análise de edificações naturalmente ventiladas, considerando as condições de conforto dos usuários, difere do utilizado na maioria dos países de clima frio mas é considerado o mais adequado ao clima brasileiro. Nos países de clima frio a avaliação da eficiência é baseada no consumo de energia, largamente utilizada para aquecimento dos ambientes.

O desenvolvimento dos métodos prescritivo e de simulação para avaliação da envoltória são apresentados nos relatórios RT\_LABEEE-2011/02 e RT\_LABEEE-2011/03, respectivamente.

Para auxiliar no processo de classificação da envoltória dos ambientes de permanência prolongada, o LabEEE desenvolveu a “Planilha de cálculo do desempenho da envoltória - método prescritivo”, disponível para *download* no link [www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads](http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads).

### 4.3 Sistema de aquecimento de água

A avaliação do sistema de aquecimento de água está dividida em cinco tipos de aquecimento:

- Sistema de aquecimento solar;
- Sistema de aquecimento a gás;
- Sistema de aquecimento elétrico;
- Aquecimento por bomba de calor; e
- Caldeiras a óleo.

As metodologias de avaliação foram propostas pelos membros da Secretaria Técnica e seu refinamento foi realizado com o auxílio do Sindigás e ABRINSTAL - Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência das Instalações. O objetivo foi estimular o uso de sistemas de aquecimento energeticamente eficientes em detrimento a sistemas que consumam grande quantidade de energia ou poluam o meio ambiente.

A metodologia de avaliação do sistema de aquecimento solar é baseada no método de dimensionamento por simulação utilizando a metodologia “Carta F”, método

amplamente difundido e citado como referência na norma NBR 15.569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação. As equações propostas no RTQ-R foram traduzidas da metodologia “Carta F”, simplificadas e transformadas em um método prescritivo. Além disso, para obtenção dos níveis de eficiência A e B são exigidos o uso de coletores solares com ENCE A ou B ou Selo Procel e reservatórios que possuam Selo Procel. Desta forma, objetiva-se incentivar o uso de equipamentos eficientes e atestados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE e pelo Procel. Para auxiliar no processo de classificação do sistema de aquecimento solar de água da UH, o LabEEE desenvolveu a “Planilha de cálculo do sistema de aquecimento solar”, disponível para *download* no link [www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads](http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads).

Para o sistema de aquecimento de água a gás foram definidos métodos de dimensionamento da potência para aquecedores a gás do tipo instantâneo, e da potência e volume de armazenamento de sistemas de acumulação individual e sistemas de acumulação coletivos. Os métodos propostos foram baseados em boas práticas projetuais, uma vez que não há normalização para tal. Além disso, para obtenção do nível de eficiência A é exigido o uso de aquecedores a gás do tipo instantâneo e de acumulação com ENCE A ou B.

Para as bombas de calor, a avaliação é realizada de acordo com o seu coeficiente de performance (COP): quanto maior o COP, melhor o nível de eficiência energética atingido pelo sistema de aquecimento de água.

Os sistemas de aquecimento elétrico e por caldeiras a óleo são desestimulados pelo RTQ-R, que atribui no máximo nível D para os primeiros e nível E para os segundos. O objetivo é reduzir a quantidade de chuveiros elétricos, que consomem grande quantidade de energia, e de caldeiras que utilizam como combustível fluidos líquidos como óleo diesel ou outros derivados de petróleo, poluentes do meio ambiente.

#### **4.4 Bonificações**

O item de bonificações foi criado para incentivar iniciativas que melhorem o nível de eficiência das edificações e que não foram incluídas na avaliação da envoltória e do sistema de condicionamento de água. Até um ponto em bonificação pode ser somado à

pontuação da UH, o que significa que é possível passar para um nível acima (de C para B ou de B para A, por exemplo) caso se obtenha a bonificação.

As bonificações compreendem itens relacionados à(ao):

- ventilação natural: inclui itens complementares às exigências de pré-requisitos de ventilação natural e compreende porosidade das fachadas, utilização de dispositivos especiais, centro geométrico das aberturas externas e permeabilidade das aberturas intermediárias na Zona Bioclimática 8. Por ser considerado de grande potencial de impacto na redução do consumo energético, o item de ventilação natural foi o que recebeu mais possíveis pontos em bonificação: 0,40 pontos de um ponto possível;
- iluminação natural: inclui itens complementares às exigências de pré-requisitos de iluminação e compreende a profundidade e a refletância do teto dos ambientes. A possível pontuação a ser obtida é de 0,30 pontos, devido também ao grande potencial de redução do consumo energético com estratégias de iluminação natural;
- uso racional de água: esta bonificação foi incluída devido ao potencial de economia de energia na geração da água potável. Portanto, incentiva-se o uso de água da chuva e componentes economizadores, que levem à redução no consumo de água nas UHs;
- condicionamento artificial de ar: todo o método do RTQ-R incentiva a utilização da edificação naturalmente ventilada. Entretanto, sabe-se que, em certos casos, o uso de aparelhos condicionadores de ar é inevitável. Por esta razão, esta bonificação foi incluída: se for utilizado condicionamento de ar, a edificação deve estar preparada para tal e os aparelhos devem ser eficientes;
- iluminação artificial: visa incentivar a entrega de lâmpadas eficientes por parte do construtor/empreendedor;
- ventiladores de teto: visa incentivar a entrega de ventiladores de teto eficientes por parte do construtor/empreendedor;
- refrigeradores: visa incentivar a entrega de refrigeradores eficientes por parte do construtor/empreendedor;

- medição individualizada de água quente: visa incentivar a medição individualizada de água quente em edificações multifamiliares que possuem sistemas coletivos de aquecimento de água.

#### **4.5 Anexo I – Dispositivos de proteção solar em edificações residenciais**

A proposta para o texto do Anexo I - Dispositivos de proteção solar em edificações residenciais foi feita pela professora Roberta Vieira Gonçalves de Souza, do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente Construído, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, membro da Secretaria Técnica. O método criado tem como objetivo auxiliar no dimensionamento dos dispositivos de proteção solares para possibilitar o aumento do valor da variável “somb”, utilizado na equação de desempenho da envoltória, em ambientes que não possuam venezianas. Nesses ambientes, caso não seja empregado o método proposto, o valor de “somb” será igual a 0 (zero). Nos ambientes que possuam veneziana, o valor de “somb” será igual a 1 (um). Este método permite a definição de valores entre 0 e 1 para a variável “somb”.

### **5. EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**

A metodologia de avaliação segue o mesmo procedimento da avaliação das UHs. Este item foi incluído no texto em função de um comentário da consulta pública que questionava a falta de avaliação das edificações unifamiliares, o que na verdade já estava contemplado no item das unidades habitacionais autônomas. Porém, para facilitar o entendimento do leitor e a ordem do texto, optou-se por incluir um item específico para as edificações unifamiliares após o item das UHs e antecedendo o item das edificações multifamiliares.

### **6. EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES**

A avaliação da edificação multifamiliar baseia-se no resultado da ponderação da classificação de suas UHs pelas suas áreas úteis, gerando uma ENCE própria da Edificação Multifamiliar, conforme apresentada na Figura 2.

Optou-se por avaliar as áreas de uso comum separadamente das edificações multifamiliares, gerando uma etiqueta própria para estas.

## 7. ÁREAS DE USO COMUM

Para a classificação de áreas de uso comum de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais, o método adotado no RTQ-R visa possibilitar a avaliação de empreendimentos de diferentes magnitudes, visto a grande diversidade existente uma vez que a área comum pode variar de um sistema simples de iluminação artificial em corredores e escadas até grandes complexos tipo clubes destinados ao lazer.

O método proposto não se aplica a edificações unifamiliares.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa nacional, via internet, para realização de um levantamento das áreas comuns presentes em condomínios de diferentes padrões. Empreendimentos lançados em feiras de imóveis também foram verificados quanto à presença de ambientes de uso coletivo.

Dado o levantamento, a estratégia adotada foi a criação de dois grupos para avaliação: áreas comuns de uso frequente e áreas comuns de uso eventual. As áreas comuns de uso frequente compreendem aquelas presentes na grande maioria dos condomínios residenciais e que são utilizadas no dia-a-dia dos condôminos, tais como corredores, halls e garagens. As áreas comuns de uso eventual são aquelas destinadas ao lazer, presentes apenas em parte dos empreendimentos. Estas podem possuir alta potência instalada, porém, devido ao seu caráter de uso eventual, na maior parte dos casos consome menos energia que as áreas de uso frequente.

As equações de avaliação das áreas comuns foram desenvolvidas de modo a englobar as diferentes configurações possíveis para áreas comuns de condomínios residenciais. Assim, em casos em que há áreas de uso frequente e áreas de uso eventual, 70% do peso é referente às áreas de uso frequente e 30% às áreas de uso eventual. A ponderação pela potência instalada permite que sejam avaliados apenas os requisitos aplicáveis ao empreendimento.

## 7.1 Elevadores

A avaliação da eficiência de elevadores proposta no RTQ-R é baseada na norma VDI<sup>1</sup> 4707 - *Lifts – Energy Efficiency*. Esta norma alemã, que está sendo utilizada na avaliação da eficiência energética de elevadores na Comunidade Europeia, classifica os elevadores quanto ao nível de eficiência energética (de A - mais eficiente - a G - menos eficiente), de acordo com a categoria de uso do elevador (variável em função do tamanho da edificação).

Para verificar se esta norma era aplicável à realidade brasileira, foi realizada uma reunião em agosto de 2010 com o setor, com a presença de dois dos três grandes fabricantes de elevadores presentes no Brasil, que concordaram em utilizar o método proposto na norma VDI 4707. As únicas alterações realizadas em relação a esta norma foram a retirada da categoria 5 (referente a edificações comerciais e que não se aplica ao RTQ-R) e a retirada dos níveis F e G, uma vez que o RTQ-R baseia-se na avaliação de cinco níveis (de A a E).

## 8. REALIZAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DA CONSULTA PÚBLICA

Realizadas as propostas metodológicas de avaliação da eficiência de edificações residenciais, o Inmetro publicou a proposta de texto sob Portaria Inmetro nº 373, de 17 de setembro de 2010. Nesta portaria foi determinado que, a partir da data de sua publicação no Diário Oficial da União, haveria o prazo de 30 dias para que fossem apresentadas sugestões e críticas relativas ao texto proposto.

Findo o prazo da consulta pública, foi realizada a 25ª Reunião da Secretaria Técnica para consolidação dos 367 comentários relacionados à forma e conteúdo dos itens do RTQ-R, recebidos de oito remetentes diferentes. Nesta oportunidade foram avaliadas todas as sugestões e críticas, classificadas em:

- Pertinente (234 comentários);
- Pertinente com ressalva (90 comentários);
- Não pertinente (32 comentários);
- Não sugere alteração (11 comentários).

---

<sup>1</sup> VDI - Verein Deutscher Ingenieure

Feito isso, passou-se à revisão do texto do RTQ-R para inclusão das sugestões consideradas pertinentes.

## **9. PUBLICAÇÃO DO RTQ-R**

Finalizada a revisão do texto pós-consulta pública e consolidação dos comentários pela Secretaria Técnica, o RTQ-R foi publicado pelo Inmetro sob Portaria Inmetro nº 449, de 25 de novembro de 2010.

## **10. PRIMEIRAS ENCES EMITIDAS**

As primeiras ENCEs de projeto de edificações residenciais foram emitidas em 29 de novembro de 2011, no lançamento do Regulamento Residencial realizado no Hotel Transamérica, em São Paulo a quatro edificações unifamiliares e cinco edificações multifamiliares.

As quatro edificações unifamiliares etiquetadas foram:

- 1- Casa Eficiente (Eletrosul, localizada em Florianópolis - SC);
- 2- Protótipo de habitação de interesse social (NPC/UFSC/Valores, localizada em Florianópolis - SC)
- 3- Casa da CRESOL - Cooperativa de Crédito Rural com Interação Solidária, projetadas pela ATO Gerenciamento e Projetos para a Zona Bioclimática 2 (zona rural de Frei Rogério - SC);
- 4- Casa da CRESOL - Cooperativa de Crédito Rural com Interação Solidária, projetadas pela ATO Gerenciamento e Projetos para a Zona Bioclimática 3 (zona rural de Chapecó - SC).

As cinco edificações multifamiliares etiquetadas foram:

1. Residencial Atlântida (construtora Rossi, localizado em Xangri-lá - RS): recebeu a etiqueta da Edificação Multifamiliar e 8 etiquetas de Unidades Habitacionais Autônomas (UHs), uma para cada apartamento, totalizando 952,00 m<sup>2</sup>;
2. Residencial Flex Guarulhos (construtora Tecnisa, localizado em Guarulhos - SP): recebeu a etiqueta da Edificação Multifamiliar e 142 etiquetas de UHs (6

- apartamentos do pavimento térreo e 8 apartamentos do pavimento tipo, que repete em 17 andares), totalizando 9.520,00 m<sup>2</sup>;
3. Edifício Travertino (Pedra Branca Empreendimentos Imobiliários, localizado em Palhoça - SC): recebeu a etiqueta da Edificação Multifamiliar e 45 etiquetas de UHs (4 apartamentos do pavimento tipo, que repete em 11 andares, e uma etiqueta do apartamento da cobertura), totalizando 5.356,68 m<sup>2</sup>;
  4. Residencial Moai (construtora Tecnisa, localizado em São Paulo - SP): recebeu a etiqueta da Edificação Multifamiliar e 23 etiquetas de UHs (1 apartamento do zelador, 2 apartamentos do pavimento tipo, que repete em 10 andares, e 2 etiquetas dos apartamentos da cobertura), totalizando 4.940,00 m<sup>2</sup>;
  5. Residencial SJ1 (Sphera Quattro Engenharia e Gerenciamento Ltda, localizado em São José - SC): recebeu a etiqueta da Edificação Multifamiliar, 4 etiquetas de UHs, uma para cada apartamento, totalizando 248,22 m<sup>2</sup> e uma etiqueta das Áreas de Uso Comum. Este empreendimento enquadra-se no Programa Minha Casa, Minha Vida, para o qual será solicitado financiamento.

O Relatório RT\_LABEEE-2011/04 apresenta em mais detalhes as primeiras ENCEs residenciais emitidas.

## 11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresentou o desenvolvimento da metodologia para avaliação da eficiência energética de edificações residenciais, que culminou na publicação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) e no lançamento das primeiras ENCEs de projeto.

Observa-se que a metodologia proposta no RTQ-R deve ser analisada criticamente e melhorada continuamente, com revisões periódicas que devem ser realizadas para ajustes dos requisitos técnicos e inclusão de novas soluções tecnológicas.

Indicadores de eficiência de edificações residenciais começarão a ser medidos para a formalização de uma base de dados que embasa a tomada de decisões relacionadas aos requisitos do RTQ-R, possibilitando o aumento dos níveis de exigência com o passar do tempo e a obtenção de edificações cada vez mais eficientes energeticamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-4** - Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 15575-5** - Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. ABNT. **NBR 15220-3** - Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: <[www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf)> Acesso em: 17/03/03

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: <[www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html](http://www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html)>. Acesso em: 17/03/03.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria nº 372**, de 17 de setembro de 2010. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/comercial/downloads>.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria nº 373**, de 17 de setembro de 2010. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – Consulta Pública.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria nº 395**, de 11 de outubro de 2010. Requisitos de Avaliação da Conformidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/comercial/downloads>.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria nº 449**, de 25 de novembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível

de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Disponível em:  
<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads>.

\_\_\_\_\_. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria 122**, de 15 de março de 2011. Requisitos de Avaliação da Conformidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Disponível em:  
<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads>.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – LABEEE.  
**Relatório Técnico RT\_LABEEE-2011/02: Desenvolvimento da Base de Simulações para o RTQ-R.** Elaborado por: Márcio José Sorgato e Roberto Lamberts. Florianópolis, 2011. Disponível em:  
<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2008-2011/trabalho-ii>

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – LABEEE.  
**Relatório Técnico RT\_LABEEE-2011/03: Equações prescritivas para o Regulamento de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.** Elaborado por: Rogério de Souza Versage e Roberto Lamberts. Florianópolis, 2011. Disponível em:  
<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2008-2011/trabalho-ii>

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – LABEEE.  
**Relatório Técnico RT\_LABEEE-2011/04: Primeiras Etiquetas Nacionais de Conservação de Energia – ENCE de edificações residenciais.** Elaborado por: Michele Fossati e Roberto Lamberts. Florianópolis, 2011. Disponível em:  
<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2008-2011/trabalho-ii>