

APLICAÇÃO DA ETIQUETAGEM DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS RTQ-C (505)

Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues⁽¹⁾; Alice Rück Drummond Dias⁽²⁾; Paolo Américo de Oliveira⁽³⁾; Viviane Diniz Hazboun⁽⁴⁾; Micael Ribeiro Martins⁽⁵⁾; Giovani Hudson Silva Pacheco⁽⁶⁾; Fernando Augusto Leite Cortez do Carmo⁽⁷⁾; Aldomar Pedrini⁽⁸⁾

(1) UFRN, e-mail: claraovidio@hotmail.com.br

(2) UFRN, e-mail: alicerdrummond@gmail.com

(3) UFRN, e-mail: paoloamerico@yahoo.com.br

(4) UFRN, e-mail: viviane_dh@hotmail.com

(5) UFRN, e-mail: micael.martins@yahoo.com.br

(6) UFRN, e-mail: pagio_gio@yahoo.com.br

(7) UFRN, e-mail: fendandocort.ez@hotmail.com

(8) UFRN, e-mail: apedrini@ufrnet.br

Resumo

O artigo discute a aplicação dos regulamentos de eficiência energética de edifícios com o intuito de contribuir para a sua aplicação e desenvolvimento. Os Regulamentos Técnicos da Qualidade (RTQs) e de Avaliação de Conformidade (RACs) para o nível de Eficiência Energética de Edifícios definem os requisitos técnicos e procedimentos para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) de edifícios. Estes regulamentos são recentes, promulgados em 2009, e os grupos da Rede de Eficiência Energética em Edificações são os primeiros a aplicá-los com o intuito de testá-los e difundi-los. Como os regulamentos serão compulsórios, deve-se atentar para que a condução do processo de etiquetagem seja sistemático, íntegro, simplificado e coerente, possibilitando sua difusão no país em larga escala, atingindo projetistas, organismos de inspeção, proprietários, usuários de edificações, fabricantes de materiais e o mercado da construção civil em geral. O artigo aborda as experiências de etiquetagem por meio de categorias como: aplicação do método de simulação, aplicação do método prescritivo, condução da inspeção do edifício, condução de processo de etiquetagem, diagnósticos com projeto em andamento, determinação de propriedades, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. As discussões se baseiam em registros realizados ao longo da aplicação do regulamento, ressaltando questões como subjetividade de interpretação, clareza de procedimento, dificuldade na obtenção de informações que pouco contribuem para o desempenho, diferenças entre informações exigidas e fornecidas, incertezas e discrepâncias de resultados, entre outros. São apresentados resultados quanto ao tempo estimado para etiquetagem de edificações, com base na área e complexidade, e propostas de simplificação de aplicação do método.

Palavras Chave: Processo de etiquetagem, Etiquetagem de Edifícios, ENCE de Edifícios

Abstract

This paper discusses the implementation of the regulations for energy efficiency of buildings in order to contribute to its implementation and development. The Technical Quality Regulation (RTQs) and the Conformity Assessment (RACs) to the level of Energy Efficiency of Buildings define technical requirements and procedures for the labeling of National Energy Conservation Certificate (ENCE) of buildings. These are recent regulations, promulgated in 2009, and the groups involved on the Energy Efficiency Network in Buildings are the first to apply them in order to test and disseminate them. As the regulations will be mandatory, it must be attentive if

the application of the labeling process is systematic, complete, simplified and coherent, allowing its dissemination all over the country on a large scale, reaching architects, inspection agencies, building owners and users, manufacturers of materials, and the construction market in general. The article discusses the experiences of labeling through categories such as: application of the simulation method, application of the prescriptive method, submission of the building to inspection, application of the labeling process, diagnoses of ongoing project, determination of properties, lighting and air conditioning system. The discussions are based on records obtained during the application of the regulation, highlighting issues such as subjectivity of interpretation, clear understanding of the procedure, difficulty in obtaining information that contributes little to the building performance, differences between information required and provided, uncertainties and discrepancies in the results, among others. There will be presented results on the estimated time for building labeling, based on its area and complexity, and proposals for simplification of the method.

Keywords: Labeling process, Labeling of buildings, ENCE of buildings

1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de combater o desperdício e incentivar o uso racional da energia nas edificações comerciais, públicas e de serviços, conforme Lei Federal 10.295, foi lançada em 2009 a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE – de edificações. Desde seu lançamento até dezembro de 2011, 26 empreendimentos de uso comercial, de serviço ou públicos receberam a ENCE – de edificações em todo Brasil. Verifica-se que há vários obstáculos para a sua difusão, como o pouco conhecimento da população, arquitetos e empreendedores sobre a existência e os benefícios da etiqueta, assim como a operacionalização da emissão da etiqueta. Tendo em vista a viabilização da obrigatoriedade do regulamento, é necessário refletir sobre a condução do processo e sobre questões de simplificação, integridade e coerência da etiqueta, de forma que torne possível sua difusão em larga escala atingindo projetistas, organismos de inspeção, proprietários, os usuários das edificações, fabricantes de materiais, o mercado da construção civil.

Esse artigo analisa a operacionalização do processo que envolve o trabalho de diagnóstico e suporte às decisões a serem tomadas pelos projetistas até que se alcance o nível pretendido de eficiência energética. Nesse sentido, o artigo visa discutir aspectos relevantes e limitações do processo no intuito de contribuir para sua eficácia e difusão a partir das experiências dos integrantes do LabCon/UFRN com a aplicação da etiquetagem comercial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse tópico trata dos regulamentos e normas utilizadas como base teórica para o artigo, tratando principalmente do RTQ-C, RAC-C e NBR 15220.

2.1. RTQ-C

O Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética em Edifícios Comercias, de Serviços e Públicos – RTQ-C – fornece uma série de requisitos técnicos que possibilitam a classificação de edificações quanto ao seu desempenho energético, podendo atingir níveis de “A” a “E”, sendo o primeiro nível o mais eficiente e o último, o menos eficiente. A etiquetagem

voluntária, visando os grandes consumidores, pode ser aplicada em edificações com área útil superior a 500m² e/ou atendidas por alta tensão.

Para a determinação da ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia –, são avaliados requisitos em três sistemas principais: iluminação, envoltória e condicionamento de ar. Esses podem ser avaliados em conjunto ou separadamente, sendo a envoltória item obrigatório em qualquer avaliação. Tais sistemas, somados às bonificações, permitem a classificação do edifício por meio da ponderação de seus valores obtidos, podendo a aferição da eficiência ser realizada através do método prescritivo ou de simulação. No primeiro método, os sistemas são avaliados individualmente, com posterior inserção desses resultados na equação geral que determina uma pontuação total do edifício, correlacionada aos níveis. Já o método de simulação compara, através de recursos computacionais, o modelo real, que corresponde ao edifício, com os modelos de referência correspondentes aos níveis de eficiência.

O processo de etiquetagem requer, ainda, a avaliação de certos pré-requisitos, gerais ou específicos de cada sistema, para a determinação do nível de eficiência da edificação. Classifica-se como pré-requisitos gerais a avaliação dos circuitos elétricos por uso final e do aquecimento de água. No que concerne à envoltória da edificação, a norma exige que sejam atendidos limites de percentual de abertura zenital, transmitância e absorção, sendo os dois últimos também aplicáveis às paredes. Para o sistema de iluminação, são avaliados pré-requisitos de divisão dos circuitos, contribuição de luz natural e desligamento automático; enquanto para o condicionamento artificial, isolamento térmico dos dutos de ar. O não cumprimento dos pré-requisitos pode reduzir a pontuação total do edifício e reduzir o nível de eficiência do mesmo.

2.2. RAC-C

O Regulamento de Avaliação de Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C) define o processo para obtenção da ENCE. Nele consta os documentos necessários a ser entregues, prazos e ações de cada agente – proprietários, laboratórios de inspeção e INMETRO – verificando o atendimento ao RTQ-C através de dois mecanismos de avaliação de conformidade: a etapa de projeto e de inspeção *in loco* do edifício construído.

Para a avaliação de projeto, através do método prescritivo, são requisitados: plantas arquitetônicas, cortes, fachadas, locação e cobertura, memorial descritivo, especificações acerca dos materiais utilizados, cores e informações relativas à absorção e transmitância, que possibilitarão a avaliação do sistema de envoltória. Para o levantamento dos demais sistemas – iluminação, condicionamento de ar e bonificação – são exigidas plantas e memoriais com informações relativas às especificações dos equipamentos, laudos técnicos e dados para a realização do mapeamento dos sistemas.

A inspeção do edifício já construído, além da documentação exigida na avaliação do projeto, requer o alvará de conclusão ou ligação definitiva com a concessionária de energia, as notas fiscais que comprovem compra e implementação dos sistemas e equipamentos constantes nos projetos e memoriais, catálogos dos fabricantes, fotografias comprovando a instalação, amostra de materiais de revestimento da envoltória e etiquetas dos equipamentos utilizados. Para o método de simulação essas informações são exigidas independente do conteúdo compor a avaliação.

Além disso, o processo de etiquetagem solicita o preenchimento de formulários e planilhas de fornecimento de dados da edificação.

2.3. NBR 15220

A norma de desempenho térmico de edificações é dividida em cinco partes, destacando-se as três primeiras. Inicialmente, são apresentadas as definições, símbolos e unidades que serão utilizados na norma; a segunda parte oferece os fatores e métodos de cálculos para se determinar a transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar de elementos e componentes das edificações. Para a determinação de algumas propriedades, é necessária a aferição das camadas do sistema, detalhando-se seus materiais e espessuras. Por fim, a terceira parte demonstra a divisão do território brasileiro em oito zonas bioclimáticas, com suas estratégias projetuais para construir edificações mais confortáveis. Entre essas estão valores de transmitância, atraso térmico e fator solar a serem atingidos.

O RTQ-C utiliza-se das informações dessa norma para balizar os valores máximos e mínimos dos pré-requisitos de transmitância, capacidade térmica e absorção, bem como para restringir as equações da envoltória para cada zona bioclimática.

3. MÉTODO

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os documentos que regem o diagnóstico de etiquetagem de edificações comerciais e públicas – RTQ-C, RAC-C e NBR 15220, partes 1, 2 e 3. Em seguida, partiu-se para a análise de registros e acompanhamento das experiências do diagnóstico em nove edificações (

Quadro 1), fruto da aplicação dos regulamentos e normas por meio dos projetos de pesquisa “Capacitação do LABCON-UFRN para etiquetagem de edificações” e “Rede de Eficiência Energética em Edificações” no período de fevereiro de 2009 até abril de 2012.

Com fins de identificar as principais limitações do processo de diagnóstico, bem como a demanda de tempo para conclusão das atividades e estimativa de custo para realização destas, os registros foram agrupados nas categorias: aplicação do método prescritivo, aplicação do método de simulação, condução de processo de etiquetagem, diagnósticos com projeto em andamento, determinação de propriedades, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. Os casos estudados serão mencionados através de números, por motivos de confidencialidade, mas os dados sobre a tipologia, a área construída e as demais informações relativas ao processo de diagnóstico serão indicadas para melhor entendimento dos registros.

Edifício	Imagen	Tipologia	Área Const (m²)	Sistema analisado	Método
Ed. 01		Escola/Universidade	3450	ENV/IL/AC	Simulação
Ed. 02		Museu	3540	ENV/IL/AC	Simulação
Ed. 03		Escritórios	350	ENV/IL/AC	Prescritivo/ simulação
Ed. 04		Escritórios	14000	ENV/IL/AC	Prescritivo
Ed. 05		Universidade	5600	ENV/IL/AC	Prescritivo/ simulação
Ed. 06		Laboratório	2340	ENV/IL/AC	Prescritivo/ simulação
Ed. 07		Escola/Universidade	2600	ENV/IL	Prescritivo/ simulação
Ed. 08		Laboratório	850	ENV/ IL/ AC	Inspeção
Ed. 09		Laboratório	2500	ENV	Simulação

Quadro 1 – Edifícios diagnosticados para etiquetagem LabCon-UFRN

4. REGISTROS DA APLICAÇÃO DO RTQ-C

A análise dos registros e acompanhamento está agrupada em categorias, conforme indicado no método, como forma de facilitar as análises e proposições. No entanto, é comum que alguns itens apontados influenciem em mais de uma categoria.

4.1 Aplicação do método prescritivo

Esse item apresenta considerações acerca do diagnóstico da etiquetagem por meio da utilização do método prescritivo. São abordados o treinamento para capacitação da equipe, os procedimentos, o tempo gasto em cada etapa e a subjetividade do regulamento. Vale ressaltar que os pontos abordados nessa categoria foram recorrentes em todos os casos estudados.

4.1.1. Treinamento da equipe técnica

O treinamento da equipe inicia-se com a leitura dos regulamentos, as dúvidas serão esclarecidas pelos integrantes que dominam o processo. Nesse momento há consulta às Normas utilizadas para se diagnosticar uma edificação. Essa etapa demanda uma dedicação de aproximadamente uma semana, por parte do integrante iniciante e uma hora por dia de disponibilidade do responsável pelo treinamento. A leitura é seguida pela resolução de exercícios constantes no “Manual para Aplicação do RTQ-C e RAC-C” e na NBR-15220. Estima-se que essa segunda fase demande três dias.

Segue-se, então, a resolução do exercício da etapa à distância do curso oferecido pelo Procel Edifica estimado em duas semanas. A fim de esclarecer as dúvidas, o exercício é posteriormente corrigido e discutido em conjunto com os supervisores do laboratório, o qual deve ser direcionado, no máximo, para dois dias. Todo esse processo demonstra que preparar um novo integrante da equipe para realizar trabalhos no âmbito da etiquetagem de edifícios é, para o laboratório, um investimento de tempo.

4.1.2 Determinação das etapas e tempo demandado para realizar as tarefas.

A operacionalização do diagnóstico de uma edificação deve seguir os procedimento descritos no

tem	Procedimento	Descrição	Execução
01	Orçamento	A partir do formulário de etiquetagem e projetos, conforme procedimento da qualidade.	2h
02	Análise documentação recebida	Confeccionar Relatório das informações pendentes ou incompletas (checklist).	2h
03	Análise do projeto	Familiarização, levantar dados de áreas e inseri-los nas planilhas.	12h
04	Verificação de pré-requisitos gerais	Verificar divisão dos circuitos por uso final, elevadores, aquecimento de água e inserir dados no relatório de pré-requisitos.	8h
05	Bonificação	Quando aplicável, verificar/ confeccionar relatório de comprovação de economia de água (em posse do projeto hidrosanitário e memoriais) e/ou relatório para demais bonificações aplicáveis.	20h
06	Mapeamento e cálculo sistemas construtivos	Mapeamento dos sistemas construtivos (paredes externas e coberta) da envoltória do edifício e quantificação de suas áreas. Calcular a transmitância e capacidade térmica parar as áreas de cobertura acima de áreas condicionadas e áreas não condicionadas.	20h
07	Mapeamento das cores/revestimentos Definição absorância	Mapeamento das cores (revestimentos opacos) da envoltória do edifício (paredes externas e coberta), quantificação de suas áreas e definição dos valores de absorância.	12h
08	Lvantamento da ape. apcob, atot	Lvantamento das variáveis: Área de projeção do edifício (Ape), Área de projeção da cobertura (Apcob), Área total de piso (ATot).	8h
09	Lvantamento da área de envoltória	Lvantamento das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas.	8h
10	Lvantamento de aberturas	Lvantamento das áreas com fechamento translúcido ou transparente da envoltória. Separar aberturas zenitais de aberturas verticais. Nomear todas as aberturas e preencher a planilha.	16h
11	Lvantamento dos ângulos de somb.	Lvantamento dos Ângulos Horizontais de Sombreamento (AHS) e Ângulos Verticais de Sombreamento (AVS), preencher planilha.	12h
12	Fator solar	Verificar catálogo ou laudo do fabricante do vidro e/ou película utilizada para elementos translúcidos ou transparentes	4h
13	Lvantamento das áreas iluminadas	Lvantamento das áreas iluminadas do edifício. Atentar para ambientes desconectados ou descobertos.	12h
14	Lvantamento dos equipamentos de iluminação	Lvantamento dos equipamentos de iluminação: lâmpadas luminárias e reatores por meio de projeto luminotécnicos e memoriais de cálculo e especificação. Inserir na planilha.	20h
15	Cálculo da eficiência de iluminação	Classificação da(s) atividade(s) principal(is) do edifício, definição do método e preenchimento da planilha de cálculo.	12h
16	Verificação de pré-requisitos iluminação	Verificação do atendimento dos pré-requisitos específicos de iluminação: Divisão de Circuitos (ambs. acima 250m ²), Contribuição de Iluminação Natural, e Desligamento automático (ambs. acima 250m ²). Inserir na planilha	12h
17	Lvantamento de equipamentos de condicionamento de ar.	Lvantamento dos equipamentos de condicionamento de ar (tipo, capacidade, potência, modelo e etiqueta).	12h
18	Verificação dos pré-requisitos	Verificação dos pré-requisitos (sombreamento) e da carga térmica.	12h
19	Determinação do EqNumCA	Determinação do nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.	8h
20	Envio para o OIA da documentação	Preenchimento das planilhas de fornecimento de dados do RAC e demais documentações exigidas pelos OIAs, compilação e organização dos arquivos.	20h

Quadro 2, para os quais estimou-se o tempo gasto na execução, para uma edificação de baixa complexidade.

Observa-se que o processo de etiquetagem requer a extração de muitos dados do projeto, demandando tempo excessivo, evidente nos itens 6, 10 e 14 do

tem	Procedimento	Descrição	Execução
01	Orçamento	A partir do formulário de etiquetagem e projetos, conforme procedimento da qualidade.	2h
02	Análise documentação recebida	Confeccionar Relatório das informações pendentes ou incompletas (checklist).	2h
03	Análise do projeto	Familiarização, levantar dados de áreas e inseri-los nas planilhas.	12h
04	Verificação de pré-requisitos gerais	Verificar divisão dos circuitos por uso final, elevadores, aquecimento de água e inserir dados no relatório de pré-requisitos.	8h
05	Bonificação	Quando aplicável, verificar/ confeccionar relatório de comprovação de economia de água (em posse do projeto hidrosanitário e memoriais) e/ou relatório para demais bonificações aplicáveis.	20h
06	Mapeamento e cálculo sistemas construtivos	Mapeamento dos sistemas construtivos (paredes externas e coberta) da envoltória do edifício e quantificação de suas áreas. Calcular a transmitância e capacidade térmica parar as áreas de cobertura acima de áreas condicionadas e áreas não condicionadas.	20h
07	Mapeamento das cores/revestimentos Definição absorvância	Mapeamento das cores (revestimentos opacos) da envoltória do edifício (paredes externas e coberta), quantificação de suas áreas e definição dos valores de absorvância.	12h
08	Levantamento da ape, apcob, atot	Levantamento das variáveis: Área de projeção do edifício (Ape), Área de projeção da cobertura (Apcob), Área total de piso (ATot).	8h
09	Levantamento da área de envoltória	Levantamento das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas.	8h
10	Levantamento de aberturas	Levantamento das áreas com fechamento translúcido ou transparente da envoltória. Separar aberturas zenitais de aberturas verticais. Nomear todas as aberturas e preencher a planilha.	16h
11	Levantamento dos ângulos de somb.	Levantamento dos Ângulos Horizontais de Sombreamento (AHS) e Ângulos Verticais de Sombreamento (AVS), preencher planilha.	12h
12	Fator solar	Verificar catálogo ou laudo do fabricante do vidro e/ou película utilizada para elementos translúcidos ou transparentes	4h
13	Levantamento das áreas iluminadas	Levantamento das áreas iluminadas do edifício. Atentar para ambientes desconectados ou descobertos.	12h
14	Levantamento dos equipamentos de iluminação	Levantamento dos equipamentos de iluminação: lâmpadas luminárias e reatores por meio de projeto luminotécnicos e memoriais de cálculo e especificação. Inserir na planilha.	20h
15	Cálculo da eficiência de iluminação	Classificação da(s) atividade(s) principal(is) do edifício, definição do método e preenchimento da planilha de cálculo.	12h
16	Verificação de pré-requisitos iluminação	Verificação do atendimento dos pré-requisitos específicos de iluminação: Divisão de Circuitos (ambs. acima 250m ²), Contribuição de Iluminação Natural, e Desligamento automático (ambs. acima 250m ²). Inserir na planilha	12h
17	Levantamento de equipamentos de condicionamento de ar.	Levantamento dos equipamentos de condicionamento de ar (tipo, capacidade, potência, modelo e etiqueta).	12h
18	Verificação dos pré-requisitos	Verificação dos pré-requisitos (sombreamento) e da carga térmica.	12h
19	Determinação do EqNumCA	Determinação do nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.	8h
20	Envio para o OIA da documentação	Preenchimento das planilhas de fornecimento de dados do RAC e demais documentações exigidas pelos OIAs, compilação e organização dos arquivos.	20h

Quadro 2. Além disso, é visível a discrepância do tempo utilizado entre diferentes pontos a serem analisados, sendo comuns itens que demandam demasiado tempo para aferição e não necessariamente apresentam grande influência no resultado do diagnóstico, como é o caso do item 11, ângulos de sombreamento.

As etapas identificadas no

tem	Procedimento	Descrição	Execução
01	Orçamento	A partir do formulário de etiquetagem e projetos, conforme procedimento da qualidade.	2h
02	Análise documentação recebida	Confeccionar Relatório das informações pendentes ou incompletas (checklist).	2h
03	Análise do projeto	Familiarização, levantar dados de áreas e inseri-los nas planilhas.	12h
04	Verificação de pré-requisitos gerais	Verificar divisão dos circuitos por uso final, elevadores, aquecimento de água e inserir dados no relatório de pré-requisitos.	8h
05	Bonificação	Quando aplicável, verificar/ confeccionar relatório de comprovação de economia de água (em posse do projeto hidrosanitário e memoriais) e/ou relatório para demais bonificações aplicáveis.	20h
06	Mapeamento e cálculo sistemas construtivos	Mapeamento dos sistemas construtivos (paredes externas e coberta) da envoltória do edifício e quantificação de suas áreas. Calcular a transmitância e capacidade térmica parar as áreas de cobertura acima de áreas condicionadas e áreas não condicionadas.	20h
07	Mapeamento das cores/revestimentos <u>Definição absorância</u>	Mapeamento das cores (revestimentos opacos) da envoltória do edifício (paredes externas e coberta), quantificação de suas áreas e definição dos valores de absorância.	12h
08	Levantamento da ape, apcob, atot	Levantamento das variáveis: Área de projeção do edifício (Ape), Área de projeção da cobertura (Apcob), Área total de piso (ATot).	8h
09	Levantamento da área de envoltória	Levantamento das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas.	8h
10	Levantamento de aberturas	Levantamento das áreas com fechamento translúcido ou transparente da envoltória. Separar aberturas zenitais de aberturas verticais. Nomear todas as aberturas e preencher a planilha.	16h
11	Levantamento dos ângulos de somb.	Levantamento dos Ângulos Horizontais de Sombreamento (AHS) e Ângulos Verticais de Sombreamento (AVS), preencher planilha.	12h
12	Fator solar	Verificar catálogo ou laudo do fabricante do vidro e/ou película utilizada para elementos translúcidos ou transparentes	4h
13	Levantamento das áreas iluminadas	Levantamento das áreas iluminadas do edifício. Atentar para ambientes desconectados ou descobertos.	12h
14	Levantamento dos equipamentos de iluminação	Levantamento dos equipamentos de iluminação: lâmpadas luminárias e reatores por meio de projeto luminotécnicos e memoriais de cálculo e especificação. Inserir na planilha.	20h
15	Cálculo da eficiência de iluminação	Classificação da(s) atividade(s) principal(is) do edifício, definição do método e preenchimento da planilha de cálculo.	12h
16	Verificação de pré-requisitos iluminação	Verificação do atendimento dos pré-requisitos específicos de iluminação: Divisão de Circuitos (ambs. acima 250m ²), Contribuição de Iluminação Natural, e Desligamento automático (ambs. acima 250m ²). Inserir na planilha	12h
17	Levantamento de equipamentos de condicionamento de ar.	Levantamento dos equipamentos de condicionamento de ar (tipo, capacidade, potência, modelo e etiqueta).	12h
18	Verificação dos pré-requisitos	Verificação dos pré-requisitos (sombreamento) e da carga térmica.	12h
19	Determinação do EqNumCA	Determinação do nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.	8h
20	Envio para o OIA da documentação	Preenchimento das planilhas de fornecimento de dados do RAC e demais documentações exigidas pelos OIAs, compilação e organização dos arquivos.	20h

Quadro 2 apontam para a realização do diagnóstico de um edifício de baixa complexidade em 232 horas. Considerando um dia de trabalho com 8 horas, a conclusão dessas atividades demanda 29 dias úteis, aproximadamente seis semanas. Seria necessário um profissional dedicado por

mais de um mês para cada edifício em análise, o qual, ao final de um ano de trabalho, conseguiria realizar o diagnóstico de aproximadamente 8,67 empreendimentos. Assim, para o parque de 1.287.967 estabelecimentos comerciais e 1.130.461 de serviços (CERTI, 2012, Apud RAIS, 2009), seria necessário capacitar cerca de 27.894 profissionais para atingir a demanda em 10 anos. Vale ressaltar que a etiquetagem da envoltória considera o invólucro da edificação, podendo um único empreendimento conter mais de um bloco. Além disso, foi desconsiderado que edifícios de maior complexidade demandam mais tempo que o apresentado.

tem	Procedimento	Descrição	Execução
01	Orçamento	A partir do formulário de etiquetagem e projetos, conforme procedimento da qualidade.	2h
02	Análise documentação recebida	Confeccionar Relatório das informações pendentes ou incompletas (checklist).	2h
03	Análise do projeto	Familiarização, levantar dados de áreas e inseri-los nas planilhas.	12h
04	Verificação de pré-requisitos gerais	Verificar divisão dos circuitos por uso final, elevadores, aquecimento de água e inserir dados no relatório de pré-requisitos.	8h
05	Bonificação	Quando aplicável, verificar/ confeccionar relatório de comprovação de economia de água (em posse do projeto hidrosanitário e memoriais) e/ou relatório para demais bonificações aplicáveis.	20h
06	Mapeamento e cálculo sistemas construtivos	Mapeamento dos sistemas construtivos (paredes externas e coberta) da envoltória do edifício e quantificação de suas áreas. Calcular a transmitância e capacidade térmica parar as áreas de cobertura acima de áreas condicionadas e áreas não condicionadas.	20h
07	Mapeamento das cores/revestimentos <u>Definição absorância</u>	Mapeamento das cores (revestimentos opacos) da envoltória do edifício (paredes externas e coberta), quantificação de suas áreas e definição dos valores de absorância.	12h
08	Lvantamento da ape. apcob, atot	Lvantamento das variáveis: Área de projeção do edifício (Ape), Área de projeção da cobertura (Apcob), Área total de piso (ATot).	8h
09	Lvantamento da área de envoltória	Lvantamento das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas.	8h
10	Lvantamento de aberturas	Lvantamento das áreas com fechamento translúcido ou transparente da envoltória. Separar aberturas zenitais de aberturas verticais. Nomear todas as aberturas e preencher a planilha.	16h
11	Lvantamento dos ângulos de somb.	Lvantamento dos Ângulos Horizontais de Sombreamento (AHS) e Ângulos Verticais de Sombreamento (AVS), preencher planilha.	12h
12	Fator solar	Verificar catálogo ou laudo do fabricante do vidro e/ou película utilizada para elementos translúcidos ou transparentes	4h
13	Lvantamento das áreas iluminadas	Lvantamento das áreas iluminadas do edifício. Atentar para ambientes desconectados ou descobertos.	12h
14	Lvantamento dos equipamentos de iluminação	Lvantamento dos equipamentos de iluminação: lâmpadas luminárias e reatores por meio de projeto luminotécnicos e memoriais de cálculo e especificação. Inserir na planilha.	20h
15	Cálculo da eficiência de iluminação	Classificação da(s) atividade(s) principal(is) do edifício, definição do método e preenchimento da planilha de cálculo.	12h
16	Verificação de pré-requisitos iluminação	Verificação do atendimento dos pré-requisitos específicos de iluminação: Divisão de Circuitos (ambs. acima 250m ²), Contribuição de Iluminação Natural, e Desligamento automático (ambs. acima 250m ²). Inserir na planilha	12h
17	Lvantamento de equipamentos de condicionamento de ar.	Lvantamento dos equipamentos de condicionamento de ar (tipo, capacidade, potência, modelo e etiqueta).	12h
18	Verificação dos pré-requisitos	Verificação dos pré-requisitos (sombreamento) e da carga térmica.	12h
19	Determinação do EqNumCA	Determinação do nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.	8h
20	Envio para o OIA da documentação	Preenchimento das planilhas de fornecimento de dados do RAC e demais documentações exigidas pelos OIAs, compilação e organização dos arquivos.	20h

Quadro 2 – Etapas e tempo de execução para realização do diagnóstico de edificações a serem etiquetadas.

4.1.2. Subjetividade do regulamento

As sequências de passos e tarefas a serem executados durante o processo de etiquetagem podem variar de acordo com o entendimento do consultor que realiza o diagnóstico. Isso porque, na forma atual, é necessário interpretá-lo e criar um método próprio de aplicação. Dessa forma, a subjetividade na interpretação do regulamento proporciona resultados discrepantes entre estudos realizados pelo consultor e o OIA, ou entre consultor e projetista, por exemplo. Essa situação fica evidente quando se verifica a recorrência de consultas feitas ao laboratório responsável pelos esclarecimentos e pelo uso de documentos extraoficiais, como o manual, volume 3, elaborado com o intuito de diminuir as margens de interpretação.

4.2 Aplicação do método de simulação

Conforme abordado na revisão bibliográfica, o RAC-C exige que a documentação apresentada para o método prescritivo (dados apresentados no item 1.1 do anexo III) também seja apresentada para o de simulação. Com isso, destaca-se a morosidade do processo, já que, além das atividades apresentadas no

tem	Procedimento	Descrição	Execução
01	Orçamento	A partir do formulário de etiquetagem e projetos, conforme procedimento da qualidade.	2h
02	Análise documentação recebida	Confeccionar Relatório das informações pendentes ou incompletas (checklist).	2h
03	Análise do projeto	Familiarização, levantar dados de áreas e inseri-los nas planilhas.	12h
04	Verificação de pré-requisitos gerais	Verificar divisão dos circuitos por uso final, elevadores, aquecimento de água e inserir dados no relatório de pré-requisitos.	8h
05	Bonificação	Quando aplicável, verificar/ confeccionar relatório de comprovação de economia de água (em posse do projeto hidrosanitário e memoriais) e/ou relatório para demais bonificações aplicáveis.	20h
06	Mapeamento e cálculo sistemas construtivos	Mapeamento dos sistemas construtivos (paredes externas e coberta) da envoltória do edifício e quantificação de suas áreas. Calcular a transmitância e capacidade térmica parar as áreas de cobertura acima de áreas condicionadas e áreas não condicionadas.	20h
07	Mapeamento das cores/revestimentos <u>Definição absorância</u>	Mapeamento das cores (revestimentos opacos) da envoltória do edifício (paredes externas e coberta), quantificação de suas áreas e definição dos valores de absorância.	12h
08	Lvantamento da ape, apcob, atot	Lvantamento das variáveis: Área de projeção do edifício (Ape), Área de projeção da cobertura (Apcob), Área total de piso (ATot).	8h
09	Lvantamento da área de envoltória	Lvantamento das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas.	8h
10	Lvantamento de aberturas	Lvantamento das áreas com fechamento translúcido ou transparente da envoltória. Separar aberturas zenitais de aberturas verticais. Nomear todas as aberturas e preencher a planilha.	16h
11	Lvantamento dos ângulos de somb.	Lvantamento dos Ângulos Horizontais de Sombreamento (AHS) e Ângulos Verticais de Sombreamento (AVS), preencher planilha.	12h
12	Fator solar	Verificar catálogo ou laudo do fabricante do vidro e/ou película utilizada para elementos translúcidos ou transparentes	4h
13	Lvantamento das áreas iluminadas	Lvantamento das áreas iluminadas do edifício. Atentar para ambientes desconectados ou descobertos.	12h
14	Lvantamento dos equipamentos de iluminação	Lvantamento dos equipamentos de iluminação: lâmpadas luminárias e reatores por meio de projeto luminotécnicos e memoriais de cálculo e especificação. Inserir na planilha.	20h
15	Cálculo da eficiência de iluminação	Classificação da(s) atividade(s) principal(is) do edifício, definição do método e preenchimento da planilha de cálculo.	12h
16	Verificação de pré-requisitos iluminação	Verificação do atendimento dos pré-requisitos específicos de iluminação: Divisão de Circuitos (ambs. acima 250m ²), Contribuição de Iluminação Natural, e Desligamento automático (ambs. acima 250m ²). Inserir na planilha	12h
17	Lvantamento de equipamentos de condicionamento de ar.	Lvantamento dos equipamentos de condicionamento de ar (tipo, capacidade, potência, modelo e etiqueta).	12h
18	Verificação dos pré-requisitos	Verificação dos pré-requisitos (sombreamento) e da carga térmica.	12h
19	Determinação do EqNumCA	Determinação do nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.	8h
20	Envio para o OIA da documentação	Preenchimento das planilhas de fornecimento de dados do RAC e demais documentações exigidas pelos OIAs, compilação e organização dos arquivos.	20h

Quadro 2, faz-se necessário cumprir etapas de modelagem e análise dos resultados do edifício real e dos modelos de referência condizentes com os níveis A, B, C e D. Para o treinamento, também observa-se maior morosidade, tendo em vista que além do domínio do regulamento,

deve-se treinar a equipe para o uso de um programa computacional que atenda às exigências deste.

Os documentos exigidos podem ainda variar de acordo com o OIA, devido a margens de interpretação do RAC-C. Pode ser exigido, por exemplo, o preenchimento de planilha de fornecimento de dados para o método prescritivo, além das exigidas para o de simulação, sendo este aplicado para análise das edificações 01, 02, 03, 05, 06, 07 e 09.

4.3 Condução do processo de etiquetagem

A condução do processo de etiquetagem diz respeito às etapas relativas à captação de empreendimentos e ao contato com projetistas e responsáveis pelo fornecimento das informações. Para a etapa relativa à captação de empreendimentos, verifica-se que os investidores, projetistas e construtores não possuem conhecimento sobre o regulamento, sendo o processo para obtenção da etiqueta uma dúvida constante. Da mesma forma, são recorrentes questionamentos sobre o custo das medidas necessárias para se obter a melhor etiqueta e qual será a economia de energia decorrente da adoção dessas medidas. O captador deve ser capacitado para desenvolver um trabalho de divulgação, explicação e convencimento junto às partes que poderão se interessar. Entretanto, não há um trabalho direcionado para esse tipo de profissional.

Após a primeira etapa, amplia-se o contato com projetistas e construtores a fim de solicitar as informações necessárias para realizar o diagnóstico. Nessa fase, é recorrente que o profissional responsável pelo fornecimento dos dados não compreenda quais informações foram solicitadas, mesmo com a utilização de listas detalhadas e ilustrações para diminuir as lacunas. Em todas as experiências, observou-se que os dados requerem um nível de especificidade não familiar aos projetistas, devido à falta de profissionais que incorporem a etiquetagem ao início do projeto, ou inexistência de dados, visto que certas informações são detalhadas apenas durante a obra. Esses pontos foram verificados nas edificações 01, 02, 03 e 04.

4.4 Diagnósticos com projeto em andamento

No diagnóstico de projetos ainda em andamento no momento da solicitação, verifica-se a possibilidade de desenvolver um trabalho voltado para consultorias com orientação aos projetistas sobre informações necessárias ao diagnóstico de edificações e quais elementos podem ser pensados para melhorar os resultados. Na análise dos edifícios 01, 02, 04 e 09 foi comum o recebimento de informações incompletas – memoriais, relatórios técnicos, plantas e especificações – ou o envio de plantas arquitetônicas ainda não definitivas, o que resulta em retrabalho ou em resultados aproximados.

Destaca-se a incompatibilidade entre a exigência de dados que devem ser extraídos com minúcia do projeto e a realidade vivenciada pela indústria da construção civil, onde parte dos detalhamentos é produzido durante a execução da obra. Mesmo assim, o processo de etiquetagem requer a documentação de cada dado extraído nos projetos junto aos relatórios finais.

4.5 Determinação de propriedades

Para o diagnóstico da envoltória, as propriedades dependem diretamente da especificação dos materiais construtivos. Contudo, é comum que essas características variem de acordo com o

fabricante do produto, trazendo uma gama de possibilidades para o resultado do diagnóstico. Dessa forma, foi recorrente nos edifícios 01, 02, 04, 06, 07 e 08, que a dificuldade na determinação das propriedades recaisse na necessidade de informações que ainda não foram produzidas, no caso de projetos em andamento, ou na falta de registros da edificação na etapa de construção. Também não deve ser desconsiderada a dificuldade de compreensão dos responsáveis pelo fornecimento das informações, item já abordado anteriormente. Um exemplo típico é a dificuldade do detalhamento do tijolo utilizado – necessário para calcular transmitância e capacidade térmica (NBR 15220) – já que não é comum verificar-se as dimensões dos furos, mas apenas a espessura total do elemento. Há casos, ainda, em que a definição da espessura total do tijolo ocorre apenas na semana de compra deste, uma vez que, culturalmente, o custo influencia na decisão do construtor.

Mesmo que se consiga determinar a espessura das camadas, as fatias do sistema construtivo que são produzidas artesanalmente, como o caso de argamassas, gessos e emboços, provavelmente terão valores aproximados, gerando incertezas no resultado. Verifica-se, também, que a maior parte dos produtos disponíveis no mercado não informa suas características térmicas, as principais pendências dizem respeito à condutividade térmica e, para os revestimentos, à absorção, levando o condutor da análise a adotar novos valores aproximados indicados na NBR 15220.

Para a determinação da transmitância de edifícios construídos, é necessário realizar uma prospecção para cada tipo de parede e cobertura o que, além de demandar mais tempo, exige equipamentos e mão de obra específica para essas operações e um desgaste para o usuário da edificação. Já a medição da absorção pode ser realizada por meio de um espectofotômetro. Entretanto, o medidor difundido por integrantes da R3E apresenta considerável incerteza de medição: para limites da condição de absorção menor que 0,4, foram encontradas amostras com absorção de 0,26 e variações de mais ou menos 0,15 (para uma mesma amostra), as quais demonstrariam que o critério não é aceito. Porém, o regulamento não comenta incertezas de medição.

4.6 Sistema de iluminação

Para o sistema de iluminação, analisado nos edifícios de 01 a 08, observou-se que sua aplicação é facilitada pela forma esquemática como são apresentadas as etapas para sua utilização, constante no próprio RTQ-C. Entretanto, a incompatibilidade entre plantas arquitetônicas e de iluminação (observada no edifício 04), a falta de especificação de luminárias, lâmpadas e reatores, as informações divergentes entre memoriais e especificações de projeto e a falta de catálogos, conforme exigido pelo RAC-C, tendem a obstruir a realização do diagnóstico.

O regulamento exige ainda que se avalie elementos inviáveis de serem levantadas no projeto arquitetônico. Um exemplo é a exigência do pré-requisito de iluminação que diz: “Caso não seja possível visualizar todo o ambiente iluminado, é necessário informar ao usuário, através de uma representação gráfica da sala, qual a área abrangida pelo controle manual” (INMETRO, 2010, p.37). Esse tipo de informação não costuma ser produzido no âmbito de um projeto arquitetônico e considerações nesse aspecto só teriam suas dúvidas sanadas no momento da inspeção *in loco*.

4.7 Sistema de condicionamento de ar

Nos casos estudados, edifícios 01 a 06 e 08, percebe-se dificuldades relativas a completude das informações, principalmente nos edifícios 01, 02 e 04, os quais ainda estavam com o projeto do sistema de condicionamento de ar central em andamento. Vale salientar que as edificações analisadas não prevêem ambientes de permanência prolongada com ventilação natural.

As principais informações pendentes foram: relatório que comprova que o sistema proporciona adequada qualidade do ar interno de acordo com a NBR 16401; especificação da espessura mínima do isolamento dos dutos de ar; especificações dos tópicos 5.4.1 a 5.4.7 do RTQ-C; especificação da eficiência das unidades evaporadoras; especificação da capacidade e a eficiência mínima através do COP ou do ICOP; especificação do tipo de equipamento, de condensação a ar ou água, e tipo de compressor; especificação da capacidade do equipamento, bem como sua eficiência através do IPLV e à carga total total; especificação do tipo de torres de arrefecimento, ventiladores centrífugos, helicoidais ou axiais e circuito fechado ou aberto; e especificação do desempenho requerido dessas torres, em l/s.kW.

5. CUSTO PARA ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES, COM BASE NA ÁREA E COMPLEXIDADE

A estimativa de custo para o diagnóstico da etiquetagem inclui o tempo para realização do diagnóstico, a especialização da equipe, os custos diretos e indiretos bem como os tributos. Para tanto, dois parâmetros podem ser adotados para sistematizar o cálculo: as horas técnicas ou a área da edificação em análise. Utilizando o primeiro, relaciona-se o tempo gasto no diagnóstico com o valor da hora técnica, prática incomum no mercado nacional, já o segundo, parte do custo resultado do primeiro parâmetro determinando-se a relação entre área de projeto, valor por unidade de área e coeficiente por repetição e complexidade. Dessa forma, também é possível estabelecer o valor por Custo Unitário Básico (CUB).

A partir da determinação da hora técnica do IAB – RN (2010), foram realizadas comparações de custos por Área/Custo Unitário Básico (CUB) da construção (

Tabela 1) e o acréscimo de custo por complexidade do caso (Tabela).

Edifícios	Categorias de edifícios	Nº de horas estimado	Área (CUBs)	Custo	Custo por CUB
Edifício 01	Menor que 500 m ²	100*	500,00	R\$ 11.780,00	R\$ 23,56
	500 a 1.000 m ²	150	1000,00	R\$ 17.670,00	R\$ 17,67
	1.000 a 2.000 m ²	200	2000,00	R\$23.560,00	R\$ 11,78
	2.000 a 5.000 m ²	300	5000,00	R\$ 35.340,00	R\$ 7,07
Edifício 02	5.000 a 10.000 m ²	400	10000,00	R\$ 47.120,00	R\$ 4,71
	10.000 a 20.000 m ²	600	20000,00	R\$ 70.680,00	R\$3,53
	20.000 a 50.000 m ²	800	50000,00	R\$ 94.240,00	R\$ 1,88
Edifício 03	Maior que 50.000 m ²	1000	100000,00	R\$ 117.800,00	R\$ 1,18

Tabela 1 – Categorias de acordo com a área da edificação

O primeiro aspecto analisado aponta para um peso muito significativo no CUB da obra nos edifícios que possuem de 500 a 1000m², enquanto para áreas maiores, a partir de 20.000m², esse valor torna-se quase irrisório (

Tabela 1), tornando o diagnóstico muito mais viável.

Sistema	Levantamentos considerados	Complexidade		
		Baixo	Médio	Alto
Env. (até 50%)	Áreas (AU, ANC, APT, AC, Ape, Acob e Atot)	-	3,0%	6,0%
	Volumetria (FF e FA)	-	3,0%	6,0%
	PAFt e FS	-	4,0%	8,0%
	AVS e AHS	-	10,0%	20,0%
	Propriedades térmicas dos elementos construtivos	-	3,0%	6,0%
Illum. (até 30%)	Propriedades térmicas das superfícies externas	-	2,0%	4,0%
	Método utilizado (das áreas ou das atividades)	-	2,5%	5,0%
	Zonas de iluminação (geometria)	-	6,0%	12,0%
	Zonas de iluminação (sistemas de iluminação/equipamentos)	-	3,0%	6,0%
AC (até 20%)	Potência de iluminação instalada	-	3,5%	7,0%
	Central ou Split?	-	5,0%	10,0%
	Aparelhos	-	3,5%	7,0%
	Zonas térmicas	-	1,5%	3,0%

Tabela 2 – Porcentagem a ser acrescentada no valor da consultoria de acordo com a complexidade

Verifica-se, ainda, o percentual relativo à envoltória como 50% do custo; à iluminação, 30% e ao condicionamento de ar, a 20% (Tabela). Para os edifícios com sistemas unitários, o custo total pode ser reduzido em 10%.

6. CONCLUSÃO

O diagnóstico para a etiquetagem de edificações requer tempo para o cumprimento das etapas e demanda disponibilidade dos responsáveis pelos projetos para levantamento ou produção de dados. Isso requer um diálogo direto, objetivo e dinâmico entre os consultores e os responsáveis de cada tipo de informação para otimizar o processo e reduzir equívocos.

Com o tempo exigido para a completude do processo, torna-se evidente a pequena estrutura dos laboratórios para atender a demanda de etiquetas caso a aplicação do regulamento torne-se compulsória. Assim, seria necessário desenvolver cursos não apenas para consultores, como para a inserção da etiquetagem no processo projetual.

No que diz respeito à determinação das propriedades, enquanto não existir um método confiável de medição, recomenda-se a simplificação das exigências a fim de diminuir incertezas e margens de erros. Um exemplo seria a classificação da absorção qualitativamente por claro, médio e escuro, e adotar padrões de comparação por meio visual, na qual o consultor ou arquiteto compara a referência com sua amostra. Além disso, verifica-se a necessidade de compatibilizar o

regulamento para o nível de informações disponíveis frequentemente nas etapas de projeto. Informações como sistemas construtivos poderiam ser menos detalhados.

Mitigariam os transtornos com a condução do processo de etiquetagem, no que concerne a solicitação de informações, protocolos de parcerias apropriados por meio de formalização de contrato como a nomeação de responsáveis diretos nas áreas onde se encontram as informações - a NBR 16401 é um exemplo de detalhamento de informações que devem ser disponibilizadas pelas partes durante o processo de desenvolvimento de projeto. Entende-se também que previsão de recursos para custear os trabalhos extras dos projetistas e a especificação do número de abordagens e níveis de complexidade na fase de contrato poderiam facilitar o entendimento entre as partes.

Por fim, a determinação do custo do diagnóstico correlaciona fatores como complexidade, área e homem-hora envolvido no processo. Embora o cálculo seja bastante pertinente, torna-se visível que a etiquetagem é passível de absorção apenas pelos grandes edifícios, maiores de 20.000m², sendo necessária a simplificação do processo para que a metodologia seja absorvida pelos edifícios menores.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR15220 – 2: Desempenho Térmico de edificações: Parte2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

CERTI. **Perspectivas para o mercado brasileiro**: Resumo dos resultados da Pesquisa Nacional sobre o mercado de EEE (apresentação). CERTI/LabEEE/Eletrobrás: Florianópolis, 2012.

IAB-RN, **Tabela de Honorários 2010**. Natal: IAB-RN, 2010. Disponível em:<http://www.iabrn.org.br/documentos/IABRN_TabelaDeHonorarios.pdf>. Acessado em: 26 abr 2012.

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 (RAC-C). Brasília, DF, 2010

_____. **Portaria nº 181, de 20 de maio de 2010**. Requisito Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Brasília, DF, 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ELETROBRAS, financiadora da pesquisa.