

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA – DEP. TAU
ESPECIALIZAÇÃO EM SISTEMAS TECNOLÓGICOS E
SUSTENTABILIDADE APLICADO AO AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**ANÁLISE DE IMPACTOS NO RTQ-C COM A ADOÇÃO DA NORMA
ISO 8995:2002 DE ILUMINÂNCIA DE INTERIORES**

Lívia Fernandes Gontijo

**Belo Horizonte
2011**

LÍVIA FERNANDES GONTIJO

**Análise de Impactos no RTQ-C com a adoção da Norma ISO 8995:2002 de
Iluminância de Interiores**

Monografia apresentada à banca examinadora
como requisito para o título de Especialista em
Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade
Aplicado ao Ambiente Construído da
Universidade Federal de Minas Gerais
(UFMG).

Orientadora: Prof^a. Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Monografia defendida junto ao curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade aplicado ao Ambiente Construído na Universidade Federal de Minas Gerais e aprovada em 16 de dezembro de 2011 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof^a. Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza – TAU/UFMG

Prof^a. Mestre Grace Cristina Roel Gutierrez – TAU/UFMG

A todos os familiares, amigos, colegas de trabalho e de curso que me acompanharam nesse um ano e meio de especialização, que tiveram paciência com minha falta de tempo, minha rotina corrida e meu sono constante.

AGRADECIMENTOS:

A Deus que me deu forças para concluir esse curso, principalmente nos momentos de dificuldade pelas quais passei durante grande parte dessa especialização.

Aos meus pais que me trouxeram ao mundo, pelo incentivo e por me apoiarem desde o início.

Aos meus irmãos Simone, Juliana e Régis, pela paciência, apoio de sempre e MUITA colaboração no desenvolvimento desse trabalho.

A minha querida madrinha Jacira, a quem tenho tanto carinho e que foi responsável pelos primeiros lápis na minha graduação.

Aos meus amigos pelo apoio, incentivo e compreensão com a minha ausência em muitos compromissos devido às sextas feiras e sábados em estudo.

Aos colegas de sala, pelo apoio, compreensão, paciência, diversão e troca de experiências.

Aos professores, coordenadores e secretária do curso pela paciência e compreensão.

A minha orientadora pelo auxílio e atenção nos momentos de desespero e por ter me conduzido a essa especialização.

A empresa Othon de Carvalho e Cia Ltda, que permitiu mudanças de horário no meu trabalho de forma que eu conseguisse fazer o curso aos sábados e em especial à minha colega de trabalho e amiga Iris Costa, que por diversas vezes mudou seus compromissos de última hora para permitir que eu não faltasse a nenhuma aula, tendo que suportar minhas reclamações e estresses quando a coordenação mudava as datas de aulas.

Um agradecimento especial a todos que não me deixaram desistir do curso, quando em momentos de dificuldade financeira, emocional, pessoal e de saúde, pensei em largar e fui incentivada a seguir em frente!

RESUMO

A revisão da norma NBR 5413 para se adequar à ISO 8995:2002 provocará mudanças consideráveis na classificação de um edifício que busca a etiquetagem PROCEL. O RTQ-C foi revisado em setembro de 2010 e estabeleceu novos métodos para determinar a densidade de potência instalada nos ambientes de uso comercial, de serviço e públicos, baseando seus níveis máximos de densidade de potência para atingir a classificação A no item de iluminação, nos níveis médios de iluminância da NBR 5413. Com a mudança da norma e conseqüente elevação nos níveis médios de iluminância, diversos ambientes apresentarão densidades de potência superiores às definidas pelo RTQ-C, tornando mais complexo o processo de etiquetagem PROCEL com nível A. A análise dos impactos vai trazer respostas sobre as mudanças que seriam necessárias ao RTQ-C para adequação à norma ISO 8995:2002 e as dificuldades que percorrerão o caminho dos projetistas que desejam certificar edifícios com classificação A no selo PROCEL Edifica.

PALAVRAS-CHAVE: ILUMINÂNCIA, PROCEL, RTQ-C, ILUMINAÇÃO

ABSTRACT

The revision of the Brazilian standard NBR 5413 to conform to the standard ISO 8995:2002 will lead to several changes in the classification of buildings that seek PROCEL labeling (the Brazilian National Initiative for Reduction of Energy Consumption). The RTQ-C (Quality Technical Regulation for Energy Efficiency in Public, Commercial and Service Buildings) was revised in September, 2010 and now establishes new methods to determine the lighting power density in commercial and public and services environments, setting the maximum levels of illumination power density to the medium illuminance levels of NBR 5413 standard. Various of these levels will rise when ISO 8995 is adapted. Consequently, several environments will have power densities over the upper limit specified by RTQ-C, turning it harder to obtain the PROCEL Level A labeling. The impact analysis of the NBR 5413 standard changes may result in proposals of what needs to be changed in RTQ-C to adequate it to ISO 8995:2002 standard and the difficulties which the designers may find in obtaining PROCEL Edifica Level A seals.

KEYWORDS: ILLUMINANCE, PROCEL, RTQ-C; LIGHTING

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Gasto energético no Brasil	10
2.2 Preocupações do governo brasileiro e a crise do “Apagão”	11
2.3 Procel Edifica	12
2.4 RTQ-C	14
2.5 Sistema de Iluminação no RTQ-C	15
2.6 Normalização em Iluminação	16
2.6.1 Iluminâncias Recomendadas	17
2.6.2 Escala de Iluminância	17
2.6.3 Ofuscamento	17
2.6.4 Índice de Reprodução de Cor	18
2.6.5 Tabela de requisitos para o planejamento da iluminação	18
2.6.6 Iluminância – novos índices exigidos	19
2.6.7 Responsáveis pela revisão	21
3 METODOLOGIA	22
3.1 Impactos no RTQ-C com a adoção da ISO 8995:2002.....	22
4 CONCLUSÃO.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO 01.....	33
ANEXO 02.....	34

1 INTRODUÇÃO

Uma boa iluminação permite que os usuários desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, sem causar fadiga visual e desconforto. Um bom projeto luminotécnico se atenta para a qualidade da iluminação além de respeitar os níveis de iluminância estabelecidos pelas normas em vigor. Ele deve ser feito com base nas necessidades de iluminância para cada tipo de tarefa e/ou atividade a ser realizada, respeitando-se também as características dos usuários.

De acordo com Rodrigues (2002), os sistemas de iluminação existentes nas edificações públicas ou privadas se encontram fora dos padrões técnicos adequados, e tem como erros mais comuns o excesso de iluminação, a falta de aproveitamento da luz natural, o uso de equipamentos com baixa eficiência luminosa, ausência de manutenção, entre outros.

O papel dos projetistas é de suma importância para a minimização desses problemas, uma vez que é na fase de projeto que se deve atentar para as normas vigentes; a escolha de sistemas de alta eficiência; estudar as necessidades dos usuários e premissas para certificações ou etiquetagem do edifício em questão, caso seja de interesse do projetista ou do cliente.

Diante da necessidade de um bom projeto luminotécnico e dos interesses atuais de entidades públicas e privadas em edifícios mais eficientes energeticamente, julga-se importante estudar a normalização vigente para iluminação de ambientes internos.

A substituição da norma NBR 5413 de Iluminância de Interiores pela ISO 8995:2002 está em fase de implantação e provocará diversas mudanças no que diz respeito às exigências para um projeto luminotécnico em ambientes internos de trabalho. Não será mais levado em consideração apenas a iluminância, mas também o desconforto por ofuscamento e índices mínimos de reprodução de cor. A mudança mais significativa é o aumento de nível de iluminância em diversos ambientes em relação aos níveis médios da NBR 5413 que ainda está em vigor e aos níveis definidos pelo RTQ-C.

O objetivo do presente trabalho é avaliar os impactos que poderão ocorrer na Etiquetagem Procel Edifica com a adoção da ISO 8995:2002 de Iluminância de Interiores, analisando as mudanças ocorridas na norma e os ambientes que apresentarem diferenças consideráveis de níveis de iluminância. Isso poderá tornar mais complexo o processo de etiquetagem com Nível A, uma vez que as densidades de potência de iluminação limite previstos pelo RTQ-C são baseados nos níveis médios da norma NBR 5413. Dessa forma, é importante o eventual estudo das alterações que seriam necessárias no RTQ-C para adequação à nova norma que está em implantação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gasto energético no Brasil

O consumo de energia elétrica nas edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas é muito significativo e a tendência de crescimento é ainda maior devido à estabilidade da economia e a melhor distribuição de renda da atualidade. A energia elétrica permitiu o desenvolvimento da sociedade de maneira muito rápida. Indústrias, comércios e residências cada vez mais modernas fizeram com que o consumo de energia crescesse em todo o mundo.

“(...) Ela, principalmente, por meio de seus produtos subsequentes, conectou pessoas, reduziu distâncias, ampliou infraestruturas, aumentou a produção de indústrias, permitiu o desenvolvimento de novos bens de consumo e de capital, inseriu, sobretudo, nas sociedades ocidentais, uma nova forma de consumo e de comportamento em torno da eletricidade e seus derivados.” (CUNHA, 2010 artigo de www.asetoreletrico.com.br)

Da energia elétrica utilizada no Brasil, 42% é consumida em edificações residenciais, comerciais e públicas, de acordo com Roberto Lamberts (1997), sendo esse, um dado de 1992. No setor residencial, o consumo de energia chega a 23% do total nacional, 11% no setor comercial e 8% do setor público.

Sobre o consumo de energia elétrica no Brasil, o setor residencial foi o que teve o maior crescimento. Pode-se dizer que com a tecnologia cada vez mais evoluída, mais equipamentos (eletrodomésticos, eletroeletrônicos) são utilizadas pelas pessoas em suas residências, fazendo com que o consumo de energia elétrica tenha aumentado com o passar dos anos.

É nos setores residencial, comercial e público que os projetistas podem agir de forma a reduzir o consumo de energia e aumentar a eficiência energética de um edifício. No setor industrial, grande parte do consumo de energia está no maquinário, não sendo possível a atuação de arquitetos e projetistas para reduzir o consumo.

2.2 Preocupações do governo brasileiro e crise do “Apagão”

Em 1985, preocupado uma possível escassez de recursos energéticos, o governo implantou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, (PROCEL), cujo objetivo é promover a racionalização da produção e consumo de energia elétrica, eliminando desperdícios. Foi criado pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, e gerido por uma Secretaria-Executiva subordinada à Eletrobrás. Em 1991 foi transformado em programa do governo, tendo a ampliação de sua abrangência e responsabilidades. (CUNHA, 2010)

Em 1993 foi instituído o Selo Procel de Economia de Energia, que indica ao consumidor final os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, valendo para eletroeletrônicos, eletrodomésticos e equipamentos industriais.

O Instituto Nacional de Eficiência Energética (Inee), uma organização não governamental sem fins lucrativos, foi criada em 1992, no Rio de Janeiro, com o objetivo de promover a transformação e o uso eficiente de todas as formas de energia. A Associação Brasileira de Empresas e Serviços de Conservação de Energia (Abesco) foi outra entidade (neste caso, civil, sem fins lucrativos) que passou a representar o segmento de eficiência energética no Brasil, divulgando desde 1997 ações e projetos par ao crescimento desse mercado. (LAMBERTS, 1997)

Em 2001 houve a adoção de medidas graves e emergenciais de gerenciamento de energia no Brasil a partir de uma crise energética, quando o governo admitiu a possibilidade de interrupções no abastecimento de energia, uma vez que estava ocorrendo um déficit de geração de energia em relação ao consumo do país. Com poucas chuvas, o nível dos reservatórios de água abaixou consideravelmente, além da falta de planejamento e ausência de investimentos em geração e distribuição de energia. Com isso, o governo pressionou a população a reduzir o consumo, na ameaça de interrupções temporárias e regionais no fornecimento de energia elétrica, popularmente conhecido como APAGÃO. (DIEES, 2001)

A Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) apresentou um projeto que multava quem consumisse mais energia que a meta de Redução de consumo estabelecida. Na figura 1, as regras do programa de racionamento de energia de junho de 2001.

Brasil: Racionamento de Energia Elétrica: 4 de Junho a Novembro — 2001

Consumidor	Consumo em 2000	Redução de 20%	Sobretaxa	Bônus ^a	Corte de Fornecimento ^b
1. Residência	Até 100 kWh	Opcional	Não	Sim	Não
2. Residência	101 a 200 kWh	Sim	Não	Sim	Sim
3. Residência	201 a 500 kWh	Sim	Não ^c	Sim	Sim
4. Residência	Acima de 500 kWh	Sim	Não ^d	Sim	Sim
5. Indústria/Comércio (Alta Tensão) ^e	Acima de 500 kWh	15% a 25%	Não	Não	Sim
6. Indústria/Comércio (baixa tensão) ^f	Acima de 500 kWh	20%	Não	Não	Sim
7. Área Rural	Sem Limite	10%	Não	Não	Sim
8. Setor Público Federal	Sem Limite	15% a 35%	Não	Não	Sim

Fonte: Resolução 01, de 16 de maio.

^a Quem economizar acima de 20% do consumo médio ganhará desconto.

^b Sem redução haverá corte de energia por três dias, na primeira vez, e por seis dias nas reincidências.

^c Caso não atinjam a meta de 20%, 50% de multa.

^d Caso não atinjam a meta de 20%, 200% de multa.

^e A redução que não for feita será cobrada pelo preço do mercado atacadista e haverá corte de fornecimento pelo número de dias necessários para recompor a meta. A empresa pode vender a parte do consumo economizada a outras empresas em leilões da distribuidora ou acumular para uso futuro. Pode, também, comprar energia de outras nos leilões.

^f Idem nota nº 5.

Figura 1: Fonte: PÊGO FILHO, Bolívar; MOTA, José Aroudo; CARVALHO, José Carlos Jacob de; PINHEIRO, Maurício Mota Saboya. *Impactos Fiscais da Crise de Energia Elétrica: 2001 e 2002 – 2002*

A partir do racionamento de 2001, novos hábitos foram adquiridos pelos consumidores, como uso de lâmpadas fluorescentes eletrônicas em substituição às incandescentes e a preocupação com o consumo de energia na compra de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos, onde os usuários passaram adquirir produtos que tivessem classificações A e B de eficiência energética no PBE, Programa Brasileiro de Etiquetagem.

O racionamento deu início em junho de 2001 e terminou em março de 2002 com um balanço positivo, não sendo necessárias interrupções no abastecimento de energia como havia previsto o governo. (CUNHA, 2010)

2.3 Procel Edifica

Em 2003 foi instituído pela Eletrobrás o PROCEL Edifica - Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – que atua juntamente com os Ministérios de Minas e Energia, Ministério das Cidades, centros de pesquisa, universidades, entidades governamentais e tecnológicas e construção civil. Em 2005 o Inmetro foi incluído no processo

através da criação da CT Edificações, uma Comissão Técnica onde passou a ser discutido e definido o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

O Procel Edifica é um plano de ação para a Eficiência Energética em Edificações, cujo objetivo é construir bases para racionalizar o consumo de energia nas edificações brasileiras. É uma metodologia que avalia o desempenho energético de empreendimentos imobiliários considerando os sistemas prediais que possuem maior relevância no consumo de energia em envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Com o lançamento da etiqueta para as edificações, o Brasil entra para um grupo de países capazes de avaliar energeticamente as edificações e informar à sociedade o seu nível de consumo.

O Procel Edifica tem seis vertentes de atuação: Capacitação, Tecnologia, Disseminação, Regulamentação, Habilitação em Eficiência Energética e Planejamento.

O processo de etiquetagem de edificações no Brasil ocorre de forma diferente para edifícios comerciais, de serviços e públicos e para construções residenciais. Em 2009 foi publicada a metodologia para a classificação do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, sendo revisada em 2010 e em atuação desde então. São avaliados três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar, podendo a etiqueta ser concedida de forma parcial, desde que sempre contemple a avaliação da envoltória.

Em 2010 foi publicada a metodologia para classificação de edifícios residenciais, que abrange a avaliação da envoltória, sistema de aquecimento de água, além de sistemas presentes em áreas comuns dos edifícios multifamiliares, como iluminação, elevadores, bombas centrífugas, etc.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia é obtida através de avaliação dos requisitos contidos no RTQ-C Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos e no RTQ-R Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é concedida em dois momentos: na fase de projeto e após a construção do edifício, sendo dois os métodos utilizados para avaliação de um projeto: método prescritivo ou método de simulação. Em caso de *retrofit*, a avaliação acontece através de inspeção *in loco*. (MME, 2010)

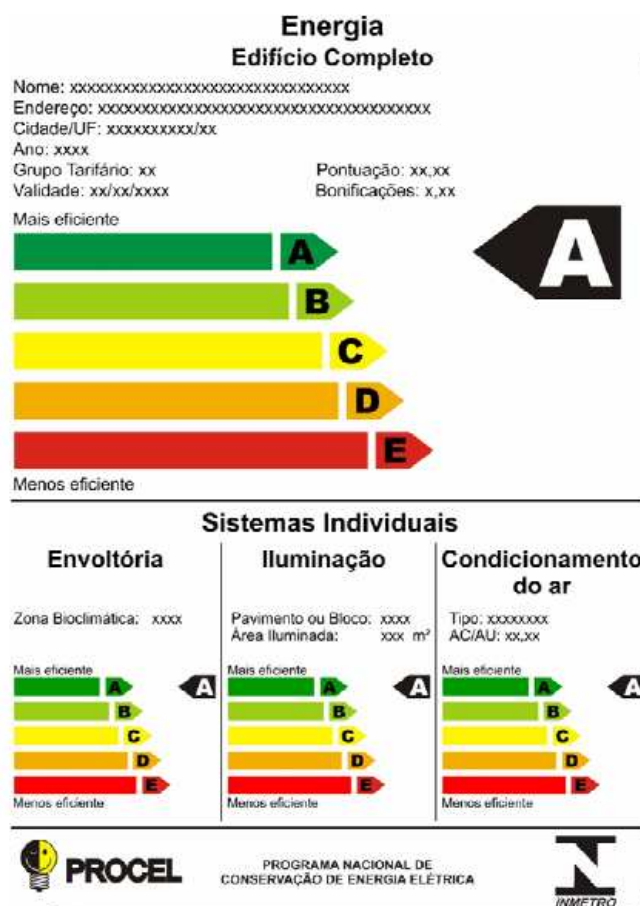


Figura 2 – Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, neste caso, apresentando níveis de eficiência A.

Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações. RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos.* Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad.)

2.4 RTQ-C

O RTQ-C (Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos) apresenta critérios para classificação completa do nível de eficiência energética de um edifício através de avaliação parcial do desempenho da envoltória, da eficiência e potência final instalada no sistema de iluminação e da eficiência do sistema de condicionamento de ar. Uma equação pondera estes sistemas através de pesos estabelecidos no regulamento e soma a pontuação final bônus que podem ser adquiridos com inovações tecnológicas, cogeração, racionalização do consumo de água e uso de energias renováveis. O regulamento é de caráter voluntário para edificações novas e existentes.

O RTQ-C teve sua primeira versão regulamentada pelo Inmetro em uma portaria de fevereiro de 2009, sendo depois sucedida por outra em junho do mesmo ano. Em 2010 percebeu-se que o método proposto para a avaliação do sistema de iluminação apresentava algumas limitações e após novos estudos, definiu-se que as alterações seriam baseadas no método de avaliação utilizado pela norma *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* – ASHRAE 90.1, pois já era consolidada no Brasil para certificações de “prédios verdes”. Em setembro de 2010 foi regulamentada a nova Portaria que estabelecia novos parâmetros para a certificação e o método para determinar as densidades de potência baseados nos valores de iluminância de interiores definidos pela Norma ABNT NBR:5413/1992. (MMEE,2010)

2.5 Sistema de Iluminação no RTQ-C

Para a classificação do sistema de iluminação, o RTQ-C estabelece critérios que devem ser seguidos de acordo com o nível de eficiência pretendido, destacando-se os limites de densidade de potência instalada e o controle do sistema de iluminação.

Cada classificação pretendida possui algumas exigências. Abaixo os pré-requisitos básicos de cada nível:

- a. Nível A – o sistema de iluminação deve possuir divisão de circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema.
- b. Nível B – o sistema de iluminação deve possuir pelo menos divisão de circuitos e contribuição da luz natural.
- c. Nível C – o sistema de iluminação deve possuir pelo menos divisão de circuitos.

Para a determinação da eficiência, o RTQ-C estabelece que limites de potência instalada de iluminação para os espaços internos do edifício. Primeiro se estabelece os níveis de eficiência através dos limites de densidade de potência e depois se verifica o atendimento aos pré-requisitos nos ambientes, concluindo assim qual nível será alcançado. Os níveis de eficiência variam de A à E, sendo A, o sistema mais eficiente e o E, o menos eficiente. São dois os métodos para a avaliação do sistema:

- Método de área do edifício: avalia de forma conjunta todos os ambientes do edifício e estabelece um valor único de limite de densidade de potência para o sistema de iluminação, sendo utilizado para edifícios com até 3 atividades principais ou para atividades que ocupem acima de 30% da área total do edifício.

- Método das atividades do edifício: avalia de forma separada cada ambiente do edifício e é utilizado quando existem mais de três atividades principais ou quando possui atividades que ocupam menos de 30% da área total da edificação.

O RTQ-C possui duas tabelas que estabelecem os limites máximos de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para cada nível de eficiência pretendido, sendo uma tabela para cada método proposto (método da área do edifício e método de atividades). Ver ANEXOS 01 e 02. Na tabela do método de área do edifício são estabelecidos densidades de potência de iluminação limite para 30 tipos de função no edifício. Na tabela do método das atividades, são encontradas densidades de potência de iluminação limite para as atividades realizadas em cada um dos ambientes. Exemplo:

Ambiente: Auditórios e Anfiteatros

Atividades: Auditórios / Centro de Convenções / Cinema / Teatro

Cada atividade recebe um valor de densidade de potência limite para os níveis de eficiência pretendido, valor esse, calculado através da iluminância média encontrada na norma NBR 5413:1992.

As tabelas estabelecem valores de DPI_L para os níveis A, B, C e D. Acima dos valores especificados para a classificação D, o edifício ou ambiente/atividade passa a ter classificação E.

2.6 Normalização em Iluminação

A norma NBR 5413 – Iluminância de Interiores (abril de 1992) estabelece os valores de iluminâncias mínimas, médias e máximas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizam atividades comerciais, industriais, acadêmicas, esportivas, de escritório, entre outras. A norma foi revista e está em processo de implantação, passando a adotar os níveis de iluminância exigidos pela ISO 8995:2002 – CIE S 008/E, além de outras mudanças significativas, como definição de limite referente ao desconforto por ofuscamento e índice de reprodução de cor mínimos da fonte de luz para cada tipo de ambiente e/ou atividade.

Com a revisão da NBR 5413 teremos alterações que merecem ser destacadas, criticadas e/ou comentadas.

2.6.1 Iluminâncias recomendadas

A nova tabela de planejamento não identifica valores mínimos e máximos de iluminância por ambiente ou atividade. Ela determina que a iluminância média não deva estar abaixo dos valores estabelecidos para cada tarefa independente da idade e das condições da instalação, porém explicita regras para aumento e Redução do nível de iluminância:

“ Os valores de iluminância podem ser ajustados em pelo menos um nível na escala de iluminância, se as condições visuais forem diferentes das assumidas como normais. A iluminância deve ser aumentada quando:

- baixos contrastes fora do normal estão presentes na tarefa.*
- o trabalho visual é crítico,*
- a correção dos erros é onerosa,*
- é da maior importância a exatidão ou a alta produtividade,*
- a capacidade de visão dos trabalhadores está abaixo do normal*

A iluminância mantida necessária pode ser reduzida quando:

- os detalhes são de um tamanho extraordinariamente grande ou de alto contraste,*
- a tarefa é realizada por tempo excepcionalmente curto.” (ABNT/CB-03 – Projeto de revisão ABNT NBR 5413 ABRIL/2010 pág. 10)*

A norma estabelece também que em áreas onde é realizado um trabalho contínuo, a iluminância não deve ser inferior a 200 lux.

2.6.2 Escala de Iluminância

Inserção de uma escala recomendada de iluminâncias:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 – 2000 – 3000 – 5000 lux

2.6.3 Ofuscamento

Uma mudança de grande importância na revisão da ABNT NBR 5413 é definição de índices de limite de desconforto por ofuscamento. O ofuscamento é a sensação visual produzidas por áreas brilhantes dentro do campo de visão ou ainda reflexões em superfícies especulares, que, por ser desconfortável, pode provocar erros, fadiga e acidentes ao usuário. É causado por luminâncias excessivas ou contrastes no campo de visão e pode prejudicar a visualização de objetos. No interior de locais de trabalho, o ofuscamento é geralmente provocado por luminárias brilhantes ou janelas. A nova norma estabelece valores máximos de ofuscamento desconfortável que deve ser respeitado no planejamento de um projeto luminotécnico, além de orientar sobre medidas a serem tomadas para sua redução.

2.6.4 Índice de Reprodução de cor (IRC)

Outra mudança significativa na norma é a exigência de índices mínimos de reprodução de cor para cada ambiente ou atividade. Um objeto ou superfície sob diferentes fontes de luz são percebidos de formas diferentes em relação a sua cor. Essa variação está relacionada com as diferentes capacidades das lâmpadas de reproduzirem as cores dos objetos, em uma escala que varia de 0 a 100, sendo uma fonte com $R_a^* 100$, é na escala, a que mais se aproxima das características da luz natural. Na norma se estabelece que ambientes interiores onde pessoas trabalhem ou permanecem por longos períodos, não se deve utilizar lâmpadas com R_a inferiores a 80. Existem exceções para galpões industriais e iluminação externa, mas mesmo nessas condições devem ser tomadas medidas adequadas para garantir o uso de lâmpadas com reprodução de cor mais altas em locais de trabalho continuamente ocupados, além de permitir o reconhecimento preciso de cores de segurança.

2.6.5 Tabela de requisitos para o planejamento da iluminação

A nova tabela possui 5 colunas, sendo elas:

- Coluna 1: Tipo de ambiente, tarefa ou atividade,
- Coluna 2: Iluminância mantida (E_m lux)
- Coluna 3: Índice limite de ofuscamento unificado (UGR_L),
- Coluna 4: Índice de reprodução de cor mínimo (R_a),
- Coluna 5: Observações

A tabela não segue, na coluna 1 (Tipo de ambiente, tarefa ou atividade) uma seqüência lógica ou alfabética, o que dificulta bastante a localização dos ambientes na consulta da norma. Exemplo:

1. Áreas gerais da edificação
2. Edificações na agricultura
3. Padarias
4. Cimento, concreto e indústria de tijolos
5. Indústria de cerâmica e vidro

Não existem referências para ambientes residenciais, como existia na norma atual NBR 5413/1992, assim como vários ambientes industriais e comerciais também não são

citados, como: Bancos (agências bancárias), indústrias de automóveis, aviões, calçados, químicas, metalúrgicas, tintas, entre outros.

2.6.6 Iluminância – novos índices exigidos

Entre as diversas mudanças previstas com a adoção da ISO 8995:2002, a mais importante delas é a alteração significativa nos níveis de iluminância em boa parte dos tipos de interior, tarefa ou atividade.

Abaixo, a Tabela 1 mostra uma seleção de ambientes, tarefas e atividades que tiveram aumento ou Redução de níveis de iluminância na norma ISO 8995:2002 em relação à norma atual NBR 5413:1992.

**Tabela 1 - Níveis de Iluminância para iluminação de tarefa
Comparativo - Alterações na ISO 8995:2002 em relação à NBR 5413**

Tipo de interior, tarefa ou atividade	ISO 8995:2002 (lux)	NBR 5413 (lux) - média	Diferença ISO / NBR
Armazenamento - Depósito			
Material pequeno/leve	100	200	<i>Redução</i>
Material médio/volumoso	100	200	<i>Redução</i>
Auditórios e Anfiteatros			
Auditório	300	150	AUMENTO
Centro de convenções	300	200	AUMENTO
Cinema	200	50	AUMENTO
Teatro	200	50	AUMENTO
Banheiros	100	150	<i>Redução</i>
Biblioteca			
Área de arquivamento	500	300	AUMENTO
Área de estantes	200	300	<i>Redução</i>
Centro de convenções - Espaço de exibição	300	500	<i>Redução</i>
Comércio			
Provador	300	200	AUMENTO
Cozinhas	500	200	AUMENTO
Depósitos	100	200	<i>Redução</i>
Dormitório - Alojamento	100	150	<i>Redução</i>
Escada	150	100	AUMENTO

Tabela 1 - Níveis de Iluminância para iluminação de tarefa
Comparativo - Alterações na ISO 8995:2002 em relação à NBR 5413 (continuação)

Tipo de interior, tarefa ou atividade	NBR 5413		Diferença ISO / NBR
	ISO 8995:2002 (lux)	(lux) - média	
Garagem	75	150	<i>Redução</i>
Ginásio/Academia			
Área de ginástica	300	200	AUMENTO
Arquibancada	300	200	AUMENTO
Esportes de ringue	-	1000	<i>sem referência *</i>
Ginásio/Academia			
Quadra de esportes - Classe 4	300	200	AUMENTO
Quadra de esportes - Classe 3	300	200	AUMENTO
Quadra de esportes - Classe 2	300	200	AUMENTO
Quadra de esportes - Classe 1	300	200	AUMENTO
Hospital - Iluminação geral			
Circulação	200	100	AUMENTO
Emergência	1000	400	AUMENTO
Enfermaria	300	200	AUMENTO
Exames/tratamento	500	200	AUMENTO
Farmácia	-	150	<i>sem referência *</i>
Fisioterapia	-	200	<i>sem referência *</i>
Sala de espera/estar	200	150	AUMENTO
Radiologia	500	150	AUMENTO
Recuperação	500	150	AUMENTO
Sala de Operação	1000	500	AUMENTO
Quarto de pacientes	200	150	AUMENTO
Suprimentos médicos	-	150	<i>sem referência *</i>
Igreja - templo			
Assentos	300	150	AUMENTO
Sala de comunhão - nave	100	300	<i>Redução</i>
Laboratórios			
Para sala de aula	300	200	AUMENTO
Para médicos/ind/pesquisa	300	200	AUMENTO
Lavanderia	300	200	AUMENTO
Museu			
Curadoria, restauração	-	300	<i>sem referência *</i>
Sala de exibição	300	500	<i>Redução</i>
Oficina mecânica	-	150	<i>sem referência *</i>
Refeitório	200	150	AUMENTO
Restaurante	300	200	AUMENTO
Hotel	300	200	AUMENTO
Bar/Lazer	200	150	AUMENTO

Tabela 1 - Níveis de Iluminância para iluminação de tarefa
Comparativo - Alterações na ISO 8995:2002 em relação à NBR 5413 (continuação)

Tipo de interior, tarefa ou atividade	ISO 8995:2002 (lux)	NBR 5413 (lux) - média	Diferença ISO / NBR
Sala de aula, treinamento	500	300	AUMENTO
Sala de espera, convivência	200	150	AUMENTO
Vestiário	200	150	AUMENTO
Vestíbulo - Hall de entrada	100	150	<i>Redução</i>
Cinemas	-	100	<i>sem referência</i>
Hotel	300	200	AUMENTO
Transportes			
Aeroporto - Pátio	200	150	AUMENTO
Assentos - Espera	200	150	AUMENTO
* Tipo de interior, tarefa ou atividade que não são citadas na ISO 8995:2002			

FONTO DE DADOS: RAMOS, Greici; LAMBERTS, Roberto. *Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C*. Santa Catarina. Modificada pela autora.

2.6.7 Responsáveis pela revisão

O projeto de revisão da norma NBR 5413: Iluminância de Interiores para se tornar equivalente à ISO 8995:2002, foi elaborado pela CE-03:034.04 – Comissão de Estudo para Aplicações Luminotécnicas e Medições Fotométricas da ABNT/CB-03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade e teve início em setembro de 2009. Desde então foram realizadas reuniões para elaboração do projeto com dezenas de profissionais da área de iluminação. Dos 55 profissionais envolvidos na elaboração da revisão, 34 são representantes de fábricas de luminárias, lâmpadas ou equipamentos auxiliares.

3 METODOLOGIA

3.1 Impactos no RTQ-C com a adoção da ISO 8995:2002

A revisão da norma NBR 5413/1992 para se adequar à ISO 8995:2002, provocará mudanças consideráveis na classificação de um edifício que busca a etiquetagem Procel. O RTQ-C foi revisado em setembro de 2010 e estabeleceu novos métodos para determinar a densidade de potência instalada nos ambientes de uso comercial, de serviço e públicos, baseando os níveis máximos de iluminância nos níveis médios da NBR 5413. Com a mudança da norma, diversos ambientes apresentarão densidades de potência superiores às definidas pelo RTQ-C, tornando-se mais complexo o processo de etiquetagem Procel Nível A.

Abaixo Tabela 2 comparativa entre os valores do RTQ-C e da nova norma de iluminação de interiores para os ambientes, tarefas ou atividades que apresentaram diferença de níveis, sejam esses, maiores ou menores que os valores previstos para o RTQ-C na classificação Nível A da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia).

Tabela 2 - Níveis de Iluminância para iluminação de tarefa

Tipo de interior, tarefa ou atividade	ISO 8995/1992 (lux)	RTQ-C (lux)	Diferença ISO / RTQ
Armazenamento - Depósito			
Material pequeno/leve	100	300	<i>menor que RTQ-C</i>
Auditórios e Anfiteatros			
Auditório	300	150	MAIOR que RTQ-C
Cinema	200	50	MAIOR que RTQ-C
Teatro	200	50	MAIOR que RTQ-C
Biblioteca			
Área de arquivamento	500	300	MAIOR que RTQ-C
Área de estantes	200	300	<i>menor que RTQ-C</i>
Escada	150	100	MAIOR que RTQ-C
Ginásio/Academia			
Área de ginástica	300	200	MAIOR que RTQ-C
Arquibancada	300	200	MAIOR que RTQ-C
Esportes de ringue	-	1000	<i>sem referência *</i>
Quadra de esportes - Classe 4	300	200	MAIOR que RTQ-C
Quadra de esportes - Classe 3	300	200	MAIOR que RTQ-C
Quadra de esportes - Classe 2	300	200	MAIOR que RTQ-C
Quadra de esportes - Classe 1	300	200	MAIOR que RTQ-C

Tabela 2 - Níveis de Iluminância para iluminação de tarefa (continuação)

Tipo de interior, tarefa ou atividade	ISO 8995/1992 (lux)	RTQ-C (lux)	Diferença ISO / RTQ
Hospital - Iluminação geral			
Circulação	200	100	MAIOR que RTQ-C
Emergência	1000	500	MAIOR que RTQ-C
Enfermaria	300	200	MAIOR que RTQ-C
Exames/tratamento	500	200	MAIOR que RTQ-C
Farmácia	-	150	<i>sem referência *</i>
Fisioterapia	-	200	<i>sem referência *</i>
Sala de espera/estar	200	150	MAIOR que RTQ-C
Radiologia	500	150	MAIOR que RTQ-C
Recuperação	500	150	MAIOR que RTQ-C
Quarto de pacientes	200	150	MAIOR que RTQ-C
Suprimentos médicos	-	150	<i>sem referência *</i>
Lavanderia	300	200	MAIOR que RTQ-C
Museu			
Curadoria, restauração	-	500	<i>sem referência *</i>
Oficina mecânica	-	150	<i>sem referência *</i>
Refeitório	200	150	MAIOR que RTQ-C
Restaurante	300	200	MAIOR que RTQ-C
Hotel	300	200	MAIOR que RTQ-C
Bar/Lazer	200	150	MAIOR que RTQ-C
Sala de aula, treinamento	500	300	MAIOR que RTQ-C
Sala de espera, convivência	200	150	MAIOR que RTQ-C
Vestiário	200	150	MAIOR que RTQ-C
Vestíbulo - Hall de entrada			
Cinemas	-	100	<i>sem referência *</i>
Hotel	300	200	MAIOR que RTQ-C
Transportes			
Aeroporto - Pátio	200	150	MAIOR que RTQ-C
Assentos - Espera	200	150	MAIOR que RTQ-C

FONTE DE DADOS: RAMOS, Greci; LAMBERTS, Roberto. *Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C*. Modificado pela autora.

Com a adoção da ISO 8995:2002, dos 73 tipos de tarefa e/ou atividades descritas no RTQ-C para o Método das Atividades do Edifício, 41% passaram a ter níveis de iluminância maiores que os níveis estabelecidos pelo RTQ-C; 3% tiveram redução; 47% estão com os níveis iguais e 10% não são citados na nova norma.

Em cinemas e teatros, os níveis aumentaram de 50 lux para 200 lux, sendo que são ambientes de lazer e a iluminação geral é utilizada apenas antes dos espetáculos ou da exibição dos filmes, enquanto os usuários estão aguardando ou se deslocando para os lugares em que irão se acomodar. Após o início dos espetáculos ou da exibição dos filmes, apenas se utilizam iluminação de balizamento e de sinalização/emergência. É uma incoerência relevante, uma vez que na própria norma ISO 8995:2002, 200 lux é nível estabelecido para área de estantes em bibliotecas, onde as pessoas precisam de atenção e se deparam com letras pequenas ao procurar livros. É estabelecido também para salas de estar/espera em hospitais, onde geralmente os usuários lêem jornais, revistas, livros enquanto aguardam atendimento.

Em hospitais são encontradas as maiores alterações nos níveis de iluminância, onde quase todas as tarefas/atividades tiveram aumento nos valores em relação aos estabelecidos pelo RTQ-C. Os ambientes que apresentam maiores alterações estão em destaque de vermelho na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Limite de Densidade de Potência de Iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido - Método das atividades do edifício. Comparativo Norma ISO 8995:2002 e RTQ-C						
Ambientes / Atividades	NORMAS		DPI _L	DPI _L	DPI _L	DPI _L
	ISO (lux)	RTQ (lux)	Nível A (W/m ²)	Nível B (W/m ²)	Nível C (W/m ²)	Nível D (W/m ²)
Armazenamento - Depósito						
Material pequeno/leve	100	300	10,2	12,24	14,28	16,32
Material médio/volumoso	100	100	5	6	7	8
Átrio - por metro de altura						
Até 12,2m de altura	100	100	0,30 ¹	0,36 ¹	0,42 ¹	0,48 ¹
Acima de 12,2m de altura	100	100	0,20 ¹	0,24 ¹	0,28 ¹	0,32 ¹
Auditórios e Anfiteatros						
Auditório	300	150	8,5	10,2	11,9	13,6
Centro de convenções	300	300	8,8	10,56	12,32	14,08
Cinema	200	50	5	6	7	8
Teatro	200	50	26,2	31,44	36,68	41,92
Bancos/Escritório - Área de atividades bancárias.	-	-	14,9	17,88	20,86	23,84
Banheiros	100	100	5	6	7	8
Biblioteca						
Área de arquivamento	500	300	7,8	9,36	10,92	12,48
Área de leitura	500	500	10	12	14	16
Área de estantes	200	300	18,4	22,08	25,76	29,44

Tabela 3 - Limite de Densidade de Potência de Iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido - Método das atividades do edifício. Comparativo Norma ISO 8995:2002 e RTQ-C (continuação)

Ambientes / Atividades	NORMAS		DPIL Nível A (W/m ²)	DPIL Nível B (W/m ²)	DPIL Nível C (W/m ²)	DPIL Nível D (W/m ²)
	ISO (lux)	RTQ (lux)				
Casa de máquinas	200	200	6	7,2	8,4	9,6
Centro de convenções - Espaço de exibição	300	300	15,6	18,72	21,84	24,96
Circulação	100	100	7,1	8,52	9,94	11,36
Comércio						
Área de vendas	500	500	18,1	21,72	25,34	28,96
Pátio de área comercial	500	500	11,8	14,16	16,52	18,88
Provador	300	300	10,2	12,24	14,28	16,32
Cozinhas	500	500	10,7	12,84	14,98	17,12
Depósitos	100	100	5	6	7	8
Dormitório - Alojamento	100	100	4,1	4,92	5,74	6,56
Escada	150	100	7,4	8,88	10,36	11,84
Escritório	500	500	11,9	14,28	16,66	19,04
Escritório - Planta livre	-		10,5	12,6	14,7	16,8
Garagem	75	75	2	2,4	2,8	3,2
Ginásio/Academia						
Área de ginástica	300	200	7,8	9,36	10,92	12,48
Arquibancada	300	200	7,5	9	10,5	13
Esportes de ringue	-	1000	28,8	34,56	40,32	46,08
Quadra de esportes - Classe 4 ²	300	200	7,8	9,36	10,92	12,48
Quadra de esportes - Classe 3 ³	300	200	12,9	15,48	18,06	20,64
Quadra de esportes - Classe 2 ⁴	300	200	20,7	24,84	28,98	33,12
Quadra de esportes - Classe 1 ⁵	300	200	32,4	38,88	45,36	51,84
Hall de entrada - Vestíbulo	100	100	8	9,6	11,2	12,8
Cinemas	-	100	8	9,6	11,2	12,8
Hotel	300	200	8	9,6	11,2	12,8
Sala de Espetáculos	100	100	8	9,6	11,2	12,8
Hospital						
Circulação	200	100	9,6	11,52	13,44	15,36
Emergência	1000	500	24,3	29,16	34,02	38,88
Enfermaria	300	200	9,5	11,4	13,3	15,2
Exames/tratamento	500	200	17,9	21,48	25,06	28,64
Farmácia	-	150	12,3	14,76	17,22	19,68
Fisioterapia	-	200	9,8	11,76	13,72	15,68

Tabela 3 - Limite de Densidade de Potência de Iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido - Método das atividades do edifício. Comparativo Norma ISO 8995:2002 e RTQ-C (continuação)

Ambientes / Atividades	NORMAS		DPI _L	DPI _L	DPI _L	DPI _L
	ISO (lux)	RTQ (lux)	Nível A (W/m ²)	Nível B (W/m ²)	Nível C (W/m ²)	Nível D (W/m ²)
Hospital						
Sala de espera/estar	200	150	11,5	13,8	16,1	18,4
Radiologia	500	150	14,2	17,04	19,88	22,72
Recuperação	500	150	12,4	14,88	17,36	19,84
Sala de Enfermeiros	500	500	9,4	11,28	13,16	15,04
Sala de Operação	1000	1000	20,3	24,36	28,42	32,48
Quarto de pacientes	200	150	6,7	8,04	9,38	10,72
Suprimentos médicos	-	150	13,7	16,44	19,18	21,92
Igreja - templo						
Assentos	300	300	16,5	19,8	23,1	26,4
Altar, Coro	300	300	16,5	19,8	23,1	26,4
Sala de comunhão - nave	100	100	6,9	8,28	9,66	11,04
Laboratórios						
Para sala de aula	300	300	10,2	12,24	14,28	16,32
Médico/ind/Pesq.	300	300	19,5	23,4	27,3	31,2
Lavanderia	300	200	6,5	7,8	9,1	10,4
Museu						
Restauração	-	500	11	13,2	15,4	17,6
Sala de exibição	300	300	11,3	13,56	15,82	18,08
Oficina - Seminários, cursos			17,1	20,52	23,94	27,36
Oficina mecânica	-	150	6	7,2	8,4	9,6
Quartos de Hotel	200	200	7,5	9	10,5	13
Refeitório	200	150	11,5	13,8	16,1	18,4
Restaurante - salão	300	200	9,6	11,52	13,44	15,36
Hotel	300	200	8,8	10,56	12,32	14,08
Lanchonete/Café	200	200	7	8,4	9,8	11,2
Bar/Lazer	200	150	14,1	16,92	19,74	22,56
Sala de aula, treinamento	500	300	10,2	12,24	14,28	16,32
Sala de espera, convivência	200	150	6	7,2	8,4	9,6
Sala de reuniões, Conferência, Multiuso	500	500	11,9	14,28	16,66	19,04
Vestiário	200	150	8,1	9,72	11,34	12,96

Tabela 3 - Limite de Densidade de Potência de Iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido - Método das atividades do edifício. Comparativo Norma ISO 8995:2002 e RTQ-C (continuação)

Ambientes / Atividades	NORMAS		DPI _L	DPI _L	DPI _L	DPI _L
	ISO (lux)	RTQ (lux)	Nível A (W/m ²)	Nível B (W/m ²)	Nível C (W/m ²)	Nível D (W/m ²)
Transportes						
Área de bagagem	200	200	7,5	9	10,5	12
Aeroporto - Pátio	200	150	3,9	4,68	5,46	6,24
Assentos - Espera	200	150	5,8	6,96	8,12	9,28
Terminal - Bilheteria	500	500	11,6	13,92	16,24	18,56

¹ Por metro de altura.

² Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores.

³ Para competições em estádios e ginásios com capacidade, para menos de 5.000 espectadores.

⁴ Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.

⁵ Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.

FONTE DE DADOS: RAMOS, Greci; LAMBERTS, Roberto. *Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C.*; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações. RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos.* Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad. Modificado pela autora.

Considerando em cada ambiente o mesmo sistema de iluminação como referência para o cálculo do DPI_L Nível A da tabela acima e utilizando apenas o nível de iluminância da nova norma em um cálculo básico de regra de três, os novos valores alcançados se encontram na TABELA 4 em destaque de vermelho:

Tabela 4 - Ambientes com aumento de nível de iluminância na ISO 8995:2002 em relação ao RTQ-C - Cálculo de DPI feito por Regra de Três a partir dos novos valores de iluminância e Nível de Eficiência Atingido (Classificação prevista)

Ambientes / Atividades	RTQ (lux)	DPI _L Nível A (W/m ²)	DPI _L Nível B (W/m ²)	DPI _L Nível C (W/m ²)	DPI _L Nível D (W/m ²)	ISO 8995 (lux)	DPI (W/m ²) - Regra de Três	Classifi- cação prevista
Auditórios e Anfiteatros								
Auditório	150	8,5	10,2	11,9	13,6	300	17	E
Cinema	50	5	6	7	8	200	20	E
Teatro	50	26,2	31,44	36,68	41,92	200	104,8	E
Biblioteca								
Área de arquivamento	300	7,8	9,36	10,92	12,48	500	13	E
Escada	100	7,4	8,88	10,36	11,84	150	11,1	D
Ginásio/Academia								
Área de ginástica	200	7,8	9,36	10,92	12,48	300	11,7	D
Arquibancada	200	7,5	9	10,5	13	300	11,25	D
Quadra esportes -Classe 4	200	7,8	9,36	10,92	12,48	300	11,7	D
Quadra esportes -Classe 3	200	12,9	15,48	18,06	20,64	300	19,35	D
Quadra esportes -Classe 2	200	20,7	24,84	28,98	33,12	300	31,05	D
Quadra esportes -Classe 1	200	32,4	38,88	45,36	51,84	300	48,6	D

Tabela 4 - Ambientes com aumento de nível de iluminância na ISO 8995:2002 em relação ao RTQ-C - Cálculo de DPI feito por Regra de Três a partir dos novos valores de iluminância e Nível de Eficiência Atingido (Classificação prevista) (continuação)

Ambientes / Atividades	RTQ (lux)	DPI_L Nível A (W/m²)	DPI_L Nível B (W/m²)	DPI_L Nível C (W/m²)	DPI_L Nível D (W/m²)	ISO 8995 (lux)	DPI (W/m²) - Regra de Três	Classifi- cação prevista
Hall de entrada - Vestíbulo								
Hotel	200	8	9,6	11,2	12,8	300	12	D
Hospital								
Circulação	100	9,6	11,52	13,44	15,36	200	19,2	E
Emergência	500	24,3	29,16	34,02	38,88	1000	48,6	E
Enfermaria	200	9,5	11,4	13,3	15,2	300	14,25	D
Exames/tratamento	200	17,9	21,48	25,06	28,64	500	44,75	E
Sala de espera/estar	150	11,5	13,8	16,1	18,4	200	15,33	C
Radiologia	150	14,2	17,04	19,88	22,72	500	47	E
Recuperação	150	12,4	14,88	17,36	19,84	500	41,33	E
Quarto de pacientes	150	6,7	8,04	9,38	10,72	200	8,93	C
Lavanderia	200	6,5	7,8	9,1	10,4	300	9,75	D
Refeitório	150	11,5	13,8	16,1	18,4	200	15,33	C
Restaurante - salão	200	9,6	11,52	13,44	15,36	300	14,4	D
Hotel	200	8,8	10,56	12,32	14,08	300	13,2	D
Bar/Lazer	150	14,1	16,92	19,74	22,56	200	18,8	C
Sala de aula, treinamento	300	10,2	12,24	14,28	16,32	500	17	E
Sala de espera, convivência	150	6	7,2	8,4	9,6	200	8	C
Vestiário	150	8,1	9,72	11,34	12,96	200	10,8	C
Transportes								
Aeroporto - Pátio	150	3,9	4,68	5,46	6,24	200	5,2	C
Assentos - Espera	150	5,8	6,96	8,12	9,28	200	7,73	C

FONTE DE DADOS: RAMOS, Greci; LAMBERTS, Roberto. *Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C.*; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações. RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos.* Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad. Modificado pela autora.

Percebe-se que todos os ambientes com níveis de iluminância na ISO 8995:2002 maiores que os níveis previstos pelo RTQ-C se tornariam um problema na classificação e etiquetagem, levando-se em consideração que o sistema utilizado para Nível A é o de melhor eficiência, os novos valores de DPI classificariam os ambientes em C, D e E.

Em ginásios e academias, todos os ambientes passariam a ter classificação D e em auditórios e anfiteatros a classificação passaria a ser nível E.

De acordo com o RTQ-C, os Hospitais foram subdivididos em treze tarefas/atividades, sendo que três delas não são citadas na ISO 8995:2002 (Farmácia, Fisioterapia, Suprimentos Médicos) e apenas duas não apresentam diferença de níveis de iluminância entre norma e o RTQ-C (Sala de enfermeiros e Sala de operação). Os oito ambientes restantes passariam a ter classificações comprometedoras para a etiquetagem Procel Edifica, sendo C (Quarto de pacientes, salas de espera/estar), D (Enfermaria) e E (Circulação, Emergência, Exames/Tratamento, Radiologia e Recuperação). Importante comentar que nas salas de Recuperação, o nível médio da NBR 5413 é de 150 lux - mesmo valor estabelecido pelo RTQ-C - e com a implantação da ISO 8995:2002, passará a ser de 500 lux, nível exigido para ambientes comerciais e de escritórios. É questionável um nível tão alto de iluminância exigida para um ambiente como esse, uma vez que as salas de recuperação geralmente são utilizadas como pós anestésicas e pós operatórias, onde o paciente está muitas vezes sonolento e 500 lux pode ser incômodo para os usuários.

4 CONCLUSÃO

Cada DPI_L estabelecidos pelo RTQ-C leva em consideração as necessidades luminoténicas dos ambientes, mas é o nível de iluminação o fator determinante para a classificação. Não estão disponíveis os sistemas de iluminação utilizados para determinar os valores de DPI_L não sendo possível propor melhorias ou mudanças em relação ao tipo de luminária, lâmpada ou equipamentos auxiliares para aumentar o nível da classificação. Sabe-se que os sistemas utilizados são diferentes, uma vez que para vários ambientes com mesmo nível de iluminância, temos valores de DPI_L diferentes, exemplo:

Área de ginástica – 200 lux - DPI_L Nível A = $7,8 \text{ w/m}^2$

Quadra de esportes - Classe 3 – 200 lux - DPI_L Nível A = $12,9 \text{ w/m}^2$

Quadra de esportes - Classe 2 – 200 lux - DPI_L Nível A = $20,7 \text{ w/m}^2$

Enfermaria – 200 lux - DPI_L Nível A = $9,5 \text{ w/m}^2$

FONTE DE DADOS: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações. RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos*. Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad. Modificado pela autora.

Sendo assim, a alteração nos níveis de iluminância, aumentarão as dificuldades que os projetistas encontrarão para alcançar a eficiência prevista. Em alguns ambientes, os novos níveis exigidos aumentariam mais de cem por cento, sendo necessária a pesquisa de soluções mais eficientes e em alguns casos de maior investimento para conseguir o nível desejado.

Apesar de o RTQ-C ter sido revisto e aprovado em setembro de 2010, será necessária uma nova revisão para se adequar aos novos níveis estabelecidos pela ISO 8995:2002, mas essa mudança impactaria os objetivos principais do próprio Regulamento e da Etiquetagem Procel Edifica, que é construir bases para racionalizar o consumo de energia nas edificações brasileiras e avaliar o desempenho energético dos empreendimentos imobiliários considerando os sistemas prediais de maior eficiência e muitas vezes com menor consumo de energia.

O aumento dos níveis de iluminância provocará aumento custos de instalação, manutenção e operação para os usuários, uma vez que se necessitará de mais luminárias, lâmpadas e reatores. A mudança pode trazer lucros consideráveis às fábricas de produtos de iluminação, o que será um questionamento se os profissionais envolvidos na elaboração do projeto (61% representam fábricas de sistemas de iluminação) agiram baseados em interesses comerciais.

REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 1992

_____. **ABNT/CB-03 Projeto de Revisão ABNT NBR 5413**: iluminação de interiores. Rio de Janeiro, 2010

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA E MINAS GERAIS, *Sustentabilidade e eficiência energética no ambiente construído*. SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de (org.), Belo Horizonte, 2009.

Disponível em < http://www.crea-mg.org.br/03_Gab_GCM_publicaes/Sustentabilidade%20e%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20no%20Ambiente%20Constru%C3%ADdo.pdf >

Acesso em jul. 2011

CUNHA, Livia. *Gerenciamento de energia no Brasil*. 53. ed. Jun. 2010.

Disponível em <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/393-gerenciamento-de-energia-no-brasil.html>>

Acesso em 12 nov. 2011

BRASIL, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. *A Crise de Energia - Possíveis Impactos*. 2001.

Disponível em <<http://www.dieese.org.br/esp/energia/dieese/ACriseEnergia.rtf>>

Acesso em 22 nov. 2011

LAMBERTS, Roberto. *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 1997.

MARTINS, Paulo. *Cuidando da casa. Potência*, São Paulo, Ano 7, n.62, P. 18-30, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações*. 1.cad.

Disponível em < <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}> >

Acesso em 15 mar. 2011

_____. *RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos*. Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad.

Disponível em < <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}> >

Acesso em 15 mar. 2011

_____. *Manual – C – Manual para aplicação do RTQ-C e RAC-C*. 4.cad.

PÊGO FILHO, Bolívar; MOTA, José Aroudo; CARVALHO, José Carlos Jacob de; PINHEIRO, Maurício Mota Saboya. *Impactos Fiscais da Crise de Energia Elétrica: 2001 e 2002*

Disponível em <www.ipea.gov.br/pub/td/td_2001/TD816.pdf>

Acesso em 02 dez. 2011

RAMOS, Greici; LAMBERTS, Roberto. *Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C*. Santa Catarina.

Disponível em < <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2008-2011/trabalho-ii>>

Acesso em 15 mar. 2011

RODRIGUES, Pierre. *Manual de iluminação eficiente*. 1.ed. 2002.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. *Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade*. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.3, n.3, p.7-18, jul./set. 2003.

ANEXO 01

Tabela 4.1: Limite máximo de densidade de potência de iluminação(DPI_L) para o nível de eficiência pretendido - Método de área do edifício

	Densidade de Potência de Iluminação Limite W/m ² (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação Limite W/m ² (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação Limite W/m ² (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação Limite W/m ² (Nível D)
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazém	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,0	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
Comercio	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/Clínica	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

Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações. RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos.* Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad.

ANEXO 02

Tabela 4.2 - Limite máximo de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido - Método das atividades do edifício

Ambientes / Atividades	Limite do Ambiente		DPI _L Nível A (W/m ²)	DPI _L Nível B (W/m ²)	DPI _L Nível C (W/m ²)	DPI _L Nível D (W/m ²)
	K	RCR				
Armazenamento - Depósito						
Material pequeno/leve	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Material médio/volumoso	1,20	4	5,00	6,00	7,00	8,00
Átrio - por metro de altura						
Até 12,2m de altura	-	-	0,30 ¹	0,36 ¹	0,42 ¹	0,48 ¹
Acima de 12,2m de altura	-	-	0,20 ¹	0,24 ¹	0,28 ¹	0,32 ¹
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
Bancos/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 exibição	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	7,00	8,00
Dormitório - Alojamento	0,60	8	4,10	4,92	5,74	6,56
Escada	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
Ginásio/Academia						
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 ²	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Quadra de esportes - Classe 3 ³	1,20	4	12,90	15,48	18,06	20,64
Quadra de esportes - Classe 2 ⁴	1,20	4	20,70	24,84	28,98	33,12
Quadra de esportes - Classe 1 ⁵	1,20	4	32,40	38,88	45,36	51,84
Hall de entrada - Vestíbulo	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80

Tabela 4.2 - Limite máximo de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido - Método das atividades do edifício (continuação)

Ambientes / Atividades	Limite do Ambiente		DPI _L Nível A (W/m ²)	DPI _L Nível B (W/m ²)	DPI _L Nível C (W/m ²)	DPI _L Nível D (W/m ²)
	K	RCR				
Cinemas	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Hotel	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Sala de Espetáculos	0,80	6	8,00	9,60	11,20	12,80
Hospital						
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	11,40	13,30	15,20
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
Igreja - templo						
Assentos	1,20	4	16,50	19,80	23,10	26,40
Altar, Coro	1,20	4	16,50	19,80	23,10	26,40
Sala de comunhão - nave	1,20	4	6,90	8,28	9,66	11,04
Laboratórios						
Para sala 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
Lavanderia	1,20	4	6,50	7,80	9,10	10,40
Museu						
Restauração	0,80	6	11,00	13,20	15,40	17,60
Sala de exibição	0,80	6	11,30	13,56	15,82	18,08
Oficina - Seminários, cursos	0,80	6	17,10	20,52	23,94	27,36
Oficina mecânica	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Quartos de Hotel	0,80	6	7,50	9,00	10,50	13,00
Refeitório	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Restaurante - salão	1,20	4	9,60	11,52	13,44	15,36
Hotel	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Lanchonete/Café	1,20	4	7,00	8,40	9,80	11,20
Bar/Lazer	1,20	4	14,10	16,92	19,74	22,56
Sala de aula, treinamento	1,20	4	10,20	12,24	14,28	16,32
Sala de espera, convivência	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Sala de reuniões, Conferência, Multiuso	0,80	6	11,90	14,28	16,66	19,04
Vestiário	0,80	6	8,10	9,72	11,34	12,96
Transportes						
Área de bagagem	1,20	4	7,50	9,00	10,50	12,00
Aeroporto - Pátio	1,20	4	3,90	4,68	5,46	6,24
Assentos - Espera	1,20	4	5,80	6,96	8,12	9,28
Terminal - Bilheteria	1,20	4	11,60	13,92	16,24	18,56

¹ Por metro de altura.

² Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores.

³ Para competições em estádios e ginásios com capacidade, para menos de 5.000 espectadores.

⁴ Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.

⁵ Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.

Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Etiquetagem de eficiência energética de edificações. RTQ-C - Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços e públicos*. Anexo Port. Inmetro nº 372/2010. 2.cad.