

XI-004 – APLICAÇÃO DO RTQ-C PARA O SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR DA CENTRAL INTEGRADA DE AULAS DA UEPB

Estephânia Silva Jovino⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Celeide Maria Belmont Sabino Meira

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Arquiteta pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Mônica de Amorim Coura

Química pela Fundação Universidade Regional do Nordeste (FURN). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Cícero Fellipe Diniz de Santana

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Anglo-Americano.

Leandro Romualdo Leite

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Olegário Maciel, 118 – Monte Santo – Campina Grande - PB - CEP: 58400-745 - Brasil - Tel: (83) 9610-3650 - e-mail: estephania_silva@hotmail.com

RESUMO

O conceito de sustentabilidade está cada vez mais presente em todas as discussões sobre desenvolvimento. Para atender esta necessidade, a busca por novos conceitos e soluções de eficiência tem sido constantes. Estudos indicam que a demanda por energia vai aumentar consideravelmente nos próximos anos e a crise energética de 2001 no Brasil, proporcionou uma indicação do tamanho do impacto que a falta de energia pode causar. A partir disso, foi desenvolvida a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, regulamentada pelo Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001, que estabelece as medidas de níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como de edificações construídas. Esta etiquetagem pode ser realizada em toda a área de um edifício ou apenas em uma parte, sendo os métodos prescritivo ou de simulação utilizados neste processo. O trabalho consistiu na aplicação do Regulamento Técnico de Nível de Qualidade e Eficiência Energética (RTQ-C), no sistema de condicionamento de ar, a Central de Integração Acadêmica (CIA), no campus I, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), comparando a eficiência da edificação nas fases de projeto e de execução. O método prescritivo que consta no regulamento foi utilizado para a classificação da eficiência energética, para o condicionamento de ar. Este trabalho apresenta-se como um tema relevante, já que a aplicação da metodologia do regulamento técnico pode ser utilizada como uma ferramenta de projeto, incentivando o uso de soluções energeticamente eficientes desde a concepção arquitetônica, contribuindo para a qualidade das edificações. Com os resultados obtidos foi observado que no que se refere à aplicabilidade do RTQ-C, a planta da Central de Aulas possui eficiência nível E, enquanto a eficiência do edifício construído é nível D. Esta diferença cabe a mudanças no projeto e nos aparelhos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE: Condicionamento de ar, Eficiência Energética, Etiquetagem.

INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade está presente na discussão em diversos países, a partir do entendimento que apenas o crescimento econômico não gera desenvolvimento. O desenvolvimento sustentável visa o crescimento que supra as necessidades da geração atual, sem comprometer as gerações futuras.

A procura por soluções eficientes tem provocado uma grande mudança nas práticas de governos e empresas, principalmente, na construção civil. Novos conceitos de construções sustentáveis são cada vez mais constantes e ganham terreno como diferenciais na mitigação de impactos ambientais.

Todas as atividades da sociedade moderna para serem consideradas viáveis, devem também ser sustentáveis. Essa busca de equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, é usualmente descrita em função da chamada “*triple bottomline*”, que reúne as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável (DIAS e SILVA, 2010).

Ao longo dos anos a utilização da energia elétrica se destacou frente às outras formas de energia, pelo seu baixo custo e facilidade de geração e transmissão. Porém, com o grande aumento do consumo, a preocupação com a geração dessa energia aumenta. Cerca de 75% dos recursos energéticos é consumido pelos países industrializados, enquanto que a maior fatia da população mundial vive fora destes grandes países. Estudos indicam que nos próximos 25 anos a demanda energética venha a duplicar-se, causando dúvidas em relação as fontes de energia e a capacidade de suporte diante do aumento da demanda.

Dias e Silva (2010) explica que para o crescimento econômico é necessário que o cenário energético de um país esteja no mesmo ritmo de crescimento ou o setor de energia torna-se um “gargalo”, impedindo que haja desenvolvimento em todos os setores. O longo período de calmaria enfrentado pelo Brasil em relação a sua capacidade energética provocou uma negligência por parte das autoridades na promoção de um consumo eficiente de energia elétrica. Essa “tranquilidade” foi fortemente abalada em 2001, quando diversos apagões, em várias regiões brasileiras, levaram o governo a adotar o racionamento de energia, além de buscar soluções para enfrentar a severa crise no abastecimento energético nacional.

O Brasil não possuía nenhuma legislação referente ao consumo eficiente de energia. A primeira delas foi a Lei nº 10295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, regulamentada pelo Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001, que estabelece as medidas de níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como de edificações construídas. A lei também norteou sobre a necessidade da utilização de critérios técnicos e regulamentação específica para tornar-se possível o estabelecimento da obrigatoriedade dos níveis de eficiência no País.

Em 27 de fevereiro de 2009, após anos de discussões, foi aprovado o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (BRASIL, 2010), que visa à etiquetagem de edificações no Brasil, avaliando pelo nível de eficiência energética a partir de três requisitos: Eficiência e potência instalada do sistema de iluminação; Eficiência do sistema de condicionamento de ar e Desempenho térmico da envoltória da edificação. A princípio o regulamento é voluntário, mas o objetivo do INMETRO é que em alguns anos o cumprimento do regulamento seja obrigatório, com requisitos que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Esta etiquetagem pode ser realizada em toda a área de um edifício ou apenas em uma parte, sendo os métodos prescritivo ou de simulação utilizados neste processo. O método prescritivo utiliza equações que resultarão em parâmetros que deverão alcançar os valores de cada nível de eficiência determinado. Já o método de simulação, utiliza um programa computacional, que realizará a modelagem das variações horárias e de cargas térmicas da edificação, visando estimar a capacidade das estratégias bioclimáticas adotadas no projeto.

Diakaki et. al (2008), explica que as novas tecnologias de eficiência energética estão amplamente difundidas. A questão central é identificar aquelas que irão ser mais eficazes e seguras em longo prazo. A variedade de medidas proporciona aos tomadores de decisão optar por compensações nos setores ambiental, energético, financeiro e social, buscando o alcance da melhor solução possível, que garanta a maximização da eficiência energética de um edifício e satisfaça as necessidades do usuário final.

Com base nestas informações referentes à necessidade da economia ser mais sustentável, e suas edificações, necessariamente mais eficientes, este trabalho visa à aplicação do RTQ-C, no sistema de condicionamento de ar, da CIA da UEPB. Para isto, serão analisados e comparados, o projeto e sua execução, através do método prescritivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A CIA, apresentada na Figura 1, localiza-se na cidade de Campina Grande (7°12' 29,9" Sul, 35° 55' 1,4" Oeste, 550 metros acima do nível médio do mar), sede do município homônimo, no estado da Paraíba, Brasil. O município, inserido na Zona Bioclimática Brasileira 8, situa-se no interior do estado, no Agreste Paraibano, na parte oriental do Planalto da Borborema e está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro.



Figura 1: Central Integração Acadêmica da Universidade Estadual da Paraíba

A cidade apresenta temperaturas moderadas, com clima tropical na estação seca e subtropical na estação chuvosa. A temperatura máxima varia entre 28 e 35°C, na estação seca e entre 22 e 27°C na estação chuvosa, sendo as correspondentes faixas para a temperatura mínima 18 - 22°C e 15 - 20°C.

O projeto arquitetônico foi desenvolvido em módulos, aspecto característico da arquitetura modernista, que busca construções mais limpas, úteis e sem excessos (BRUM, 2011), ocupando um terreno de 13.333 m², no Campus I da Universidade Estadual da Paraíba.

No projeto arquitetônico a edificação é composta por um Pilotis, um 1º Pavimento e dois Pavimentos tipo. No Pilotis (Figura 2) estão localizados o hall de acesso, sanitários, escadas, rampa, almoxarifado, cantinas e área de convivência. No 1º Pavimento estão o hall de acesso, sanitários, escadas, rampa, almoxarifado, 30 (trinta) salas de aula e 1 (um) auditório. No segundo e terceiro Pavimentos tipo estão o hall de acesso, sanitários, escadas, rampa, 60 (sessenta) salas de aula e 2 (dois) auditórios.

No entanto, durante a construção da edificação o projeto arquitetônico foi alterado. No hall de acesso do Pilotis foi instalado um elevador, sem alterar a área e as divisões internas. O 1º Pavimento foi ampliado, ficando semelhante ao 2º pavimento, ou seja, com hall de acesso, sanitários, escadas, rampa, 60 (sessenta) salas de aula e 2 (dois) auditórios. No 3º pavimento foram instaladas coordenações, departamentos, salas de professores, salas de aula, pequenas lojas, laboratórios, auditórios e bibliotecas setoriais.

Na edificação, as paredes de vedação foram executadas com tijolos cerâmicos de 8 furos quadrados, com dimensões de 9,0cm x 19,0cm x 19,0cm, assentados na menor dimensão (1/2 vez) com argamassa de 1,0cm, totalizando 14,0cm de espessura da parede, sendo aplicadas, posteriormente, massa acrílica e tinta lavável branca.

A cobertura da edificação foi proposta e executada com telhas de fibrocimento, lâmina de alumínio polido e forro de laje pré-moldada, sendo a espessura da telha de 0,7cm e da laje de 12,0cm. As janelas, tanto na fase de projeto quanto na fase de execução, foram do tipo correr confeccionadas em alumínio com vidro de 4mm, proporcionando abertura de 50%, para ventilação. As portas de acesso foram executadas em madeira prensada. As áreas necessárias para avaliação da iluminação e condicionamento de ar foram obtidas através de levantamento do projeto arquitetônico. O trabalho consistiu na aplicação do regulamento referente ao RTQ-C, na análise da fase de projeto da e sua comparação com a edificação concluída.

Diversas visitas foram realizadas, para observação direta, na avaliação do objeto de estudo. A coleta de dados foi feita através do levantamento de informações, após uma pesquisa junto a Prefeitura da UEPB, para obtenção das plantas de arquitetura e memoriais, que posteriormente foram disponibilizadas em AutoCAD, com principal objetivo de entender o uso de energia do edifício. O estudo do projeto também possibilitou a busca de possíveis divergências entre o projeto arquitetônico e o projeto executado pela Instituição.

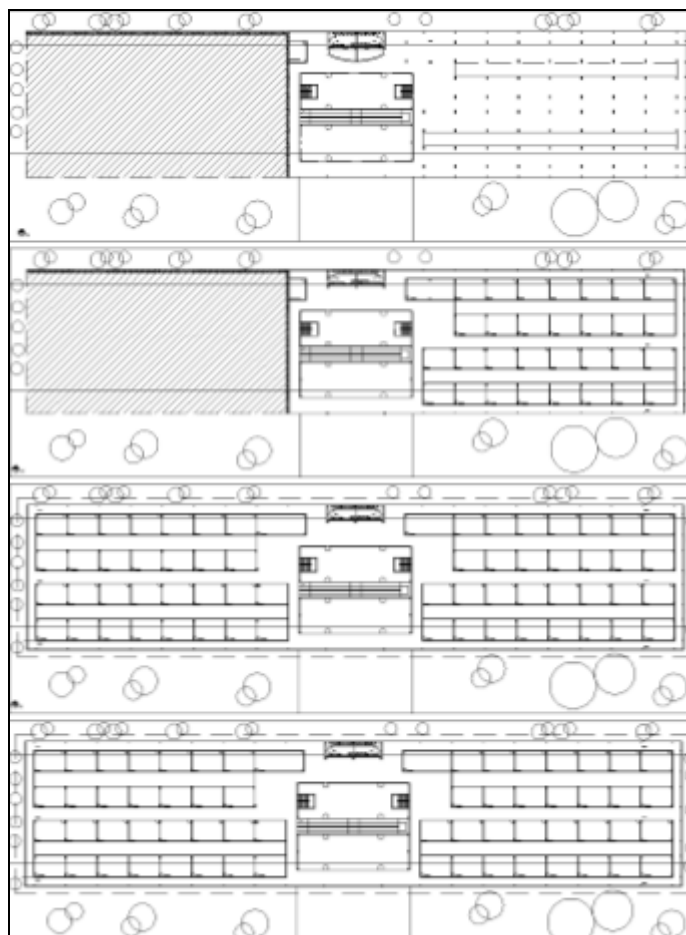


Figura 2: Planta baixa da Central de Integração Acadêmica da UEPB

O objeto de estudo deste trabalho foi avaliado e classificado seguindo as seguintes etapas:

- Levantamento de dados segundo as orientações determinadas pelo RTQ-C;
- Obtenção das classificações do nível de eficiência energética parciais e geral da edificação, para o sistema de condicionamento e ar, através da aplicação do RTQ-C;
- Avaliação da aplicabilidade do regulamento;
- Análise das variáveis utilizadas na determinação do nível de eficiência da edificação;
- Análise do Regulamento sob a ótica da prática arquitetônica, com o propósito de contribuir para elaboração de projetos mais eficientes.

O método de avaliação utilizado para obtenção da classificação do nível de eficiência energética foi o prescritivo, apresentado pelo RTQ-C. O trabalho em questão visa somente à classificação do sistema de condicionamento de ar.

A classificação geral e parcial foi elaborada em três etapas. Inicialmente foram coletados os dados necessários de cada pavimento e da edificação como um todo, na fase de projeto da edificação, após análise das plantas. No segundo momento, foram coletados dados do projeto executado, com o objetivo de comparar as possíveis mudanças existentes. Por fim, o nível de eficiência energética geral e de cada pavimento foi obtido através dos

cálculos, conforme as equações e as tabelas apresentadas no regulamento, bem como lançamento dos dados obtidos na primeira etapa. Através do valor encontrado deste valor, obteve-se a classificação dos níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) em cada requisito.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram obtidos os dados técnicos necessários aos cálculos, levantando os seguintes parâmetros:

- Dimensões das áreas (em m²) através da planta fornecida pela prefeitura da UEPB;
- Modelos de cada unidade condicionadora;
- Quantidade de unidades condicionadoras em cada ambiente de cada pavimento;
- Níveis de eficiência de cada unidade condicionadora, fornecidas pelo INMETRO;
- Potência nominal de cada aparelho condicionador;

No projeto da Central de Aulas, não havia previsão de um sistema de refrigeração central para a área comum, bibliotecas ou auditórios e nenhum outro sistema forçado de condicionamento de ar. Os sistemas de condicionadores de ar são compostos por equipamentos isolados, ou conjunto deles.

Para a etiquetagem parcial de refrigeração foram verificadas as plantas do projeto, estudando os ambientes em que estavam previstos sistemas de condicionamento de ar. No projeto, eram previstos cinco ambientes, com dois aparelhos para cada ambiente, totalizando 10 aparelhos.

A distribuição dos aparelhos de ar condicionado foi descrita na Tabela 1:

Tabela 1: Distribuição dos aparelhos de condicionamento de ar

Pavimento	Ambientes	Nº de aparelhos
Térreo	Não era previsto no projeto, sistema de condicionamento de ar	
Pavimento 1	2	4
Pavimento 2	2	4
Pavimento 3	1	2

Para obter o valor de etiquetagem para o sistema de condicionamento de ar do edifício, é necessário ponderar as áreas pelas etiquetagens de refrigeração. A Tabela 2 mostra as áreas, suas etiquetagens e o equivalente numérico para cada local obtido.

Tabela 2: Etiquetagens e áreas analisadas

Local	Etiquetagem	Equivalente Numérico
Térreo	-	-
Pavimento 1	E	1
Pavimento 2	E	1
Pavimento 3	E	1

Para avaliação da planta não foi necessário realizar cálculos de ponderação, como manda o manual do PROCEL Edifica, visto que as eficiências dos aparelhos são todas classificadas com Nível E. Portanto, a eficiência encontrada para o sistema de condicionamento de ar é Nível E. O principal motivo da baixa classificação no ENCE, é a baixa etiqueta dos aparelhos de condicionamento de ar previstos no projeto. A marca contemplada apresentava eficiência E, o que claramente impedia qualquer avaliação mais positiva.

Como o edifício não foi construído dentro das bases especificadas, ou seja, foi decidido avaliar a eficiência energética do edifício construído, para comparação com os valores obtidos na planta. Para tanto, foram realizadas visitas *in loco* e observadas as mudanças existentes no projeto. As principais mudanças consistem na construção de dois ambientes com sistema de condicionamento de ar no térreo, uma agência bancária e uma

agência de plano de saúde. Nos demais pavimentos, as mudanças consistem na adição de um aparelho de condicionamento de ar nos ambientes 1 e 2 (pavimento 1) e nos ambientes 3, 4 e 5 (pavimentos 2 e 3, respectivamente).

Para obter o valor de etiquetagem para o sistema de condicionamento de ar do edifício construído é necessário ponderar as áreas pelas etiquetagens de refrigeração. A Tabela 3 mostra as áreas, suas etiquetagens e o coeficiente para cada local obtido.

Tabela 3: Etiquetagens e áreas analisadas

Local	Etiquetagem	Equivalente Numérico
Térreo	-	-
Pavimento 1	C	3
Pavimento 2	E	1
Pavimento 3	E	1

O resultado ponderado é comparado na Tabela 4 de classificação e assim: $1,5 \leq 1,66 < 2,5$. Assim, o nível de eficiência do edifício construído da CIA tem valor D.

Tabela 4: Classificação Geral

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

O principal motivo da melhora na classificação do ENCE, foi a melhoria a alteração do projeto que permitiu a integração de mais um equipamento nos ambientes do pavimento 2. O novo aparelho apresentada apresentava eficiência A, o que provocou um aumento na classificação.

CONCLUSÕES

Com a concepção deste estudo ficou evidenciado que o projeto da CIA foi negligente à respeito do sistema de condicionamento de ar. Além de no projeto inicial não ser contemplado um projeto consistente, os aparelhos utilizados ficam muito aquém do nível aceitável de uma boa eficiência energética.

As principais dificuldades na aplicação do método prescritivo referem-se à obtenção de dados de projeto. Isto demonstra que a aplicação do RTQ-C depende de um envolvimento entre os vários atores da construção civil, como projetistas, fornecedores e fabricantes. Para isso também é necessário integrar os conhecimentos discutidos e pesquisados nas universidades com a prática profissional.

O RTQ-C promove um grande avanço na regulamentação do desempenho energético das edificações. A experiência de programas internacionais comprova que a melhoria da eficiência energética traz benefícios sociais, econômicos e ambientais. Além disso, junto à utilização das normas de desempenho, contribuirá para redução do consumo de energia sem comprometer o conforto dos usuários.

O estudo da eficiência energética da CIA é de grande significância para a comunidade estudantil, para a instituição e para o meio ambiente, uma vez que avalia todo o sistema de condicionamento de ar, visando reduzir os gastos com eletricidade e adequar dentro dos padrões do Programa PROCEL Edifica todo o edifício.

Deve-se fazer o máximo possível para que seja atingido o melhor nível de eficiência energética, mas que esteja sempre dentro das realidades estruturais do empreendimento.

A edificação em estudo atingiu o Nível E de eficiência, na análise de sua planta e nível D, para o estudo do edifício construído. Isto reforça a necessidade de melhorias no sistema de condicionamento de ar, que proporcionarão um melhor conforto para os usuários, uma maior adequação os regulamentos técnicos e uma melhor significativa na eficiência energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei 10.295, de 17.out.01 – “Lei de Eficiência Energética”. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. D.O.U., Brasília, DF, 18.out.2001a.
2. BRASIL. Decreto 4.059 de 19.dez.01. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001a, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. D.O.U., Brasília, DF, 20.dez.2001b.
3. BRASIL. Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria n.º 372. Requisitos Técnicos do Nível de Qualidade e Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C. Rio de Janeiro, 2010.
4. DIAKAKI, C.; GRIGOROUDIS, E.; KOLOKOTSA, D. Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 40, 2008.
5. DIAS, D.S.; SILVA, Pedro F. G. da. Estudo de viabilidade da aplicação do programa Procel Edifica em edifícios comerciais já existentes: estudo de caso em um edifício comercial de Curitiba. Projeto de Graduação como requisito parcial à conclusão do curso de Graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná. – Curitiba, 2010.
6. INMETRO. Requisitos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislação>. Acesso em 18 de Julho de 2014.