



ETIQUETAGEM ENÉRGICA DE UMA EDIFICAÇÃO MILITAR PELAS METODOLOGIAS DOS REGULAMENTOS BRASILEIROS RTQ-C E INI-C

DOI: 10.19177/rgsa.v9e012020631-647



Breno Pontes Pimentel¹
Andréa Teresa Riccio Barbosa²

RESUMO

O objetivo deste trabalho é etiquetar o Projeto de um Pavilhão do Exército Brasileiro (EB) localizado em Campo Grande, MS, por meio da nova Instrução Normativa INMETRO para Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), que substituirá o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível da Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). O Projeto dessa edificação obtinha ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) Geral Nível “A” segundo RTQ-C. Pela INI-C, obteve-se ENCE Geral de Projeto Classe “A” e houve melhoramento da ENCE Parcial da Envoltória do Lado Leste do Pavilhão, de Nível “B” segundo o RTQ-C para Classe “A” segundo a INI-C. As demais ENCE Parciais se mantiveram as mesmas pelos dois métodos. No quesito “Aquecimento de Água”, o qual era analisado apenas para “Bonificações” no RTQ-C, segundo INI-C obteve-se ENCE Parcial Classe “D”. Compararam-se os regulamentos, concluindo-se que a metodologia Simplificada da INI-C é mais completa que a Prescritiva do RTQ-C, uma vez que começou a ser utilizada uma rede neural artificial para o cálculo da carga térmica anual e do consumo energético da edificação, o que antes era feito por índices de consumo, sem significado físico.

Palavras-chave: Eficiência energética. ENCE. Programa Brasileiro de Etiquetagem. Sustentabilidade em Obras do Exército Brasileiro.

¹ Engenheiro de Fortificação e Construção pelo Instituto Militar de Engenharia e aluno de Mestrado no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Eficiência Energética e Sustentabilidade – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. E-mail: brenopontespimentel@gmail.com

² Engenheira Eletricista, Dra., Professora do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Eficiência Energética e Sustentabilidade – Curso de Mestrado Profissional da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. E-mail: andrea.barbosa@ufms.br

ENERGY LABELING OF A MILITARY BUILDING BY METHODOLOGIES OF BRAZILIAN REGULATIONS RTQ-C AND INI-C

ABSTRACT

The objective of this work is to label a Project of a Brazilian Army Pavilion located in Campo Grande, MS, through the new INMETRO Normative Instruction for Energy Efficiency Class of Commercial, Services and Public Buildings (INI-C), which will replace the Technical Quality Regulation for the Energy Efficiency Level of Commercial, Service and Public Buildings (RTQ-C). The project of this building obtained General ENCE (National Energy Conservation Label) Level “A” according to RTQ-C. Applying INI-C, obtained General ENCE of Project Class “A” and improved Partial ENCE of Pavilion East Side from Level “B” to RTQ-C for Class “A” according to INI-C . The other partial ENCE remained the same by both methods. In the item “Water Heating”, which was analyzed only for “Bonuses” in RTQ-C, according to INI-C, partial ENCE Class “D” was obtained. The regulations were compared, concluding that the INI-C Simplified methodology is more complete than the RTQ-C Prescriptive because an artificial neural network has started to be used for the calculation of annual thermal load and energy consumption of the building, which was previously done by consumption indexes, without physical meaning.

Keywords: Energy efficiency. ENCE. Brazilian Labeling Program. Sustainability in Brazilian Army Buildings.

1 INTRODUÇÃO

Conforme citam Vollaro et al. (2018), edifícios representam aproximadamente 40% do consumo energético mundial total, gerando necessidade urgente de políticas públicas para eficiência energética de edificações. No Brasil, houve advento do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica) e publicação de regulamentos como o RTQ-C, classificando as edificações para obtenção de ENCE.

Inicialmente, a aplicação do RTQ-C teve caráter voluntário. Porém, no ano de 2014, a Instrução Normativa nº 02 da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) dispôs que todos os Órgãos Públicos Federais devem obter a ENCE nível “A”, tanto para projetos como também para suas edificações, novas ou que recebam *retrofit* (BRASIL, 2014).

Na aplicação do método Prescritivo do RTQ-C, observaram-se diversas limitações, dentre elas as citadas por Melo et al. (2012): divergências de resultados em relação à aplicação do método de simulação do RTQ-C; imprecisões nas quais edificações com grandes diferenças de desempenho energético obtêm o mesmo nível de eficiência; apresentação de resultados como índices de consumo, e não como de fato um consumo energético da edificação.

Assim, a Consulta Pública da INI-C visou à atualização e substituição do RTQ-C, por meio da Portaria do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) nº 248, 10 de julho de 2018. Esse novo regulamento deve ser homologado (com possíveis mudanças) ainda no ano de 2020, conforme foi citado pelo INMETRO, em contato realizado por esses autores.

O Exército Brasileiro (EB) é a maior instituição pública do país, com alto potencial para redução de consumo energético em edificações eficientes. Com esse objetivo, Rachid (2018) implementou técnicas de Eficiência Energética (EE) no projeto de um Pavilhão Companhia de Comando e Apoio do 9º Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica (9º B Com GE), localizado em Campo Grande, MS. Tal estudo mostrou a viabilidade técnica e financeira da aplicação dessas estratégias em edificações militares.

O Exército também tem buscado introduzir o conceito de Sustentabilidade em todas as Obras Militares. Neste sentido, a Diretoria de Obras Militares (DOM) fixou, por meio da Instrução Geral nº 50, para o Planejamento e Execução de Obras

Militares no Exército (BRASIL, 2003), que os projetos devem privilegiar técnicas para racionalização dos recursos naturais. Em maio de 2019, foi inaugurado o Programa EB Sustentável, que direcionará as ações do Departamento de Engenharia e Construção do Exército (DEC) voltadas a sustentabilidade das construções, não só no quesito energético, mas também quanto a água, aos resíduos, aos materiais e aos sistemas construtivos e poluição (BRASIL, 2019).

Uma vez que Rachid (2018) avaliou o Pav CCap 9° B Com GE, utilizando o método Prescritivo do RTQ-C, para obtenção de ENCE Geral de projeto nível “A”, há necessidade de uma nova avaliação, utilizando, porém, a INI-C.

Assim, o objetivo desse artigo é aplicar o método Simplificado da INI-C para etiquetar o projeto do Pavilhão do 9° B Com GE. Também será realizada uma análise comparativa da metodologia do RTQ-C com a prevista na INI-C, que ainda não foi realizada em massa no meio acadêmico porque a INI-C ainda está em elaboração.

2 METODOLOGIA



Foi empregado o método Simplificado da INI-C, divulgada por ocasião de consulta pública em 2018. Tal opção pelo método Simplificado em detrimento do método de simulação decorreu do fato de Rachid (2018) ter utilizado o método prescritivo do RTQ-C, possibilitando assim a análise comparativa entre os regulamentos.

Primeiramente, foram obtidas tanto a ENCE geral de projeto, como também todas as ENCE parciais previstas na INI-C. Em seguida, foi feita uma análise comparativa da metodologia Simplificada da INI-C com a metodologia Prescritiva do RTQ-C.

Dentre as limitações do método empregado, estão a possibilidade de a INI-C ainda sofrer mudanças e a utilização apenas de método Simplificado, não validando o cálculo do consumo energético por simulação ou medição na edificação construída.

2.1 Análise da Edificação pela metodologia da INI-C com Obtenção de ENCE Parciais de Projeto

O método Simplificado da INI-C baseia-se no cálculo do consumo anual de energia para a edificação real e para uma condição de referência, com características estabelecidas na Instrução. Então, cada sistema ou mesmo o projeto no geral é classificado com base no percentual de economia da edificação real em relação à de referência, a qual representa classe “D” de EE. São analisados os seguintes sistemas da edificação para obtenção de ENCE: envoltória, condicionamento de ar, iluminação, equipamentos instalados, aquecimento de água e, apenas para fins informativos, percentual de economia devido uso racional de água.

2.1.1 Envoltória

O Pavilhão em estudo apresenta áreas de escritórios, vestiários, sanitários, salas de aula e depósitos. Os ambientes foram separados em áreas de permanência prolongada e transitória, essas últimas não avaliadas segundo INI-C. Uma vez que as áreas de permanência prolongada são todas condicionadas, desconsiderou-se a ventilação natural.

Foi utilizado nas aberturas vidro simples, não refletivo, com 6 mm de espessura com fator solar de 0,82 (SUDBRACK, 2017 apud RACHID, 2018). As paredes externas seguem o modelo nº 41 do Anexo V da Portaria INMETRO nº 50/2013, com transmitância térmica de 2,39 W/m²K e capacidade térmica de 151 kJ/m²K. A cobertura utilizada é a nº 19 do Anexo V da Portaria INMETRO nº 50/2013, com transmitância térmica de 0,53 W/m²K e capacidade térmica de 176 kJ/m²K. Foi considerado absorvância solar $\alpha = 0,20$ para a cobertura (média entre chapa de alumínio oxidado e chapa de aço galvanizada nova e brilhante) e $\alpha = 0,20$ para as paredes externas (pintura na cor branca), conforme Tabela 1.3 do Manual para Aplicação do RTQ-C (ELETROBRAS, 2016). Foram usados cobogós com inclinação tal que anule a projeção ortogonal de luz nas aberturas, unindo a cobertura de toda a varanda externa ao solo, em toda a fachada Oeste dos dois lados do Pavilhão “H”. Assim, o PAFo obtido foi de 0 %. O pé direito de todos os ambientes condicionados é de 3,75 m. Não foi utilizado abertura zenital. Quanto aos PAF, AVS E AHS, foram determinados para cada zona térmica de maneira independente.

Assim, calculou-se a carga térmica anual de refrigeração para as condições real e de referência, por meio do metamodelo que utiliza redes neurais elaborado por Versage (2015) e que é previsto na INI-C. Comparando-se a Carga Térmica Anual de Resfriamento da Envoltória na condição real com a de referência, classificou-se a Envoltória.

2.1.2 Sistema de Condicionamento de Ar

Utilizando-se a carga térmica anual calculada para as características da envoltória real e de referência e o Coeficiente de Eficiência Energética (CEE) dos condicionadores de ar utilizados para condições real e de referência (classe “D”), classifica-se o sistema de condicionamento de ar.

Uma vez que o EB é órgão público, cumprindo a IN nº 02 da SLTI/MPOG (BRASIL, 2014), foram previstos nas especificações técnicas desse projeto o uso de condicionadores de ar com ENCE nível “A”, o que facilita a análise. Obteve-se o CEE médio dos condicionadores de ar utilizados de 3,24. Tal valor foi maior que o mínimo de 3,23 para alcançar classe “A”. Como solução já prevista por Rachid (2018), o pré-requisito específico de isolamento térmico de tubulações foi atendido.

2.1.3 Sistema de Iluminação

Uma vez que o edifício em estudo apresenta atividade principal de escritório, com vestiários e depósitos, foi utilizado o método do edifício completo para análise do sistema de iluminação. Considerou-se, para fins de análise de densidade de iluminação, que os depósitos e vestiários se classificam como “Academia”, pois não havia essas atividades listadas na INI-C nem no RTQ-C, e Rachid (2018) as classificou dessa forma. Comparou-se, por fim, a potência instalada total de iluminação com as potências de referência (classe “D”), obtendo-se a economia de energia gerada e classificando-se o sistema de iluminação. Foram utilizadas lâmpadas de LED com 20W e 2600 lúmens, em luminárias de 02 lâmpadas cada.

Os pré-requisitos para etiquetagem nível “A” do sistema de iluminação na INI-C são os mesmos do RTQ-C: divisão dos comandos de iluminação para cada ambiente, aproveitamento da luz natural e desligamento automático. Uma vez que Rachid (2018) já havia modificado o projeto para atendê-los, esses continuam atendidos nessa nova análise.

2.1.4 Equipamentos utilizados na edificação

Uma vez que a atividade principal desta edificação militar é funcionar como escritório, usou-se a densidade de equipamentos prevista na INI-C para esta tipologia, a fim de calcular o consumo energético anual dos equipamentos.

2.1.5 Sistema de Aquecimento de Água

No caso de edificação de escritórios, o consumo de energia para aquecimento de água pode ser desprezado, conforme a INI-C. Porém, devido a peculiaridades do dia-a-dia da edificação militar, que funciona como escritórios no horário do expediente, mas que exige que os militares façam treinamento físico militar e tomem banho antes do expediente, optou-se por calcular esse consumo, utilizando-se a tipologia de “hospedagem” para obtenção dos parâmetros para determinação do consumo na condição de referência.

Primeiramente, calculou-se a energia requerida para atendimento da demanda de água quente diária. Segundo, para cálculo da energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou de energia solar térmica, usou-se o que Rachid (2018) já havia previsto: um sistema de aquecimento solar composto por 16 placas de 1 m² cada, cada uma com capacidade de aquecer 100 litros de água, e 4 reservatórios, sendo 2 de 600 litros e 2 de 200 litros de capacidade. Não houve previsão de sistemas que recuperam calor no projeto, nem de energia oriunda de fontes térmicas para aquecimento de água.

Quanto aos pré-requisitos para obtenção de classe “A”, como não houve previsão de sistema de recirculação, considerou-se atendido o pré-requisito de automação e de isolamento térmico do sistema de recirculação. Os reservatórios utilizados no projeto obedecem aos limites de perda específica mensal máxima descritos na INI-C. Como não há previsão de uso de aquecedores múltiplos trabalhando em conjunto, considerou-se que o pré-requisito de necessidade de sistema de controle de acionamento de múltiplos aquecedores foi atendido.

2.1.6 Percentual de economia devido Uso Racional de Água

Em relação aos equipamentos convencionais, os dispositivos eficientes utilizados neste Pavilhão apresentam as seguintes características: mictórios com menor vazão de água (redução de 3,8 para 2,5 l/descarga), bacias sanitárias eficientes (redução de 6,8 para 6,0 l/descarga), torneiras dos lavatórios com temporizadores e com arejadores (redução de 8,3 para 1,5 l/min), chuveiros híbridos com menor vazão de água (redução de 9,5 para 3,0 l/min).

Calculou-se o consumo de água para uma edificação de referência, a qual utiliza vazões pré-determinadas para os dispositivos hidráulicos, e para condição real, a qual utiliza a vazão real dos dispositivos economizadores de água.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Cálculo do Consumo Energético Anual e ENCE Geral de Projeto

Foram calculados a carga térmica de resfriamento e os consumos de energia elétrica dos sistemas de condicionamento de ar, de iluminação, de equipamentos e de aquecimento de água tanto para a condição real, quanto para a de referência. Como não houve previsão de energia oriunda de fontes térmicas no projeto, converteu-se apenas o consumo total anual de energia elétrica para energia primária, tanto na condição real como de referência, com a finalidade de obter-se a economia gerada entre essas duas condições e a ENCE Geral de Projeto.

Uma vez que o Pavilhão em estudo tem formato “H”, dividiu-se a sua análise no seu lado Leste e no seu lado Oeste, uma vez que o RTQ-C previa tal divisão para pavilhões desse formato, dividindo em 2 (duas) edificações de plantas retangulares. A análise prevista na INI-C não exige tal divisão, uma vez que o estudo é feito em zonas térmicas, e pode-se inserir individualmente para cada zona as suas características próprias, permitindo um maior número de formatos de edificação. Porém, para melhorar a comparação dos resultados, optou-se por manter a divisão já feita por Rachid (2018) conforme RTQ-C.

Rachid (2018) implementou no projeto executivo cobogós que permitiam a circulação de ar, mas que anulam a insolação, nas fachadas oeste tanto do lado Oeste quanto do lado Leste do pavilhão em formato “H”. Tal técnica permitiu a redução da carga térmica de resfriamento da edificação, gerando economia de energia, que culminou em melhorias na ENCE Parcial da envoltória, do sistema de condicionamento de ar, e na ENCE Geral de Projeto.

Destaca-se que as técnicas de EE aplicadas ao projeto resultaram em economia de 43% no consumo energético da edificação em seu lado Leste, comparado à edificação de referência prevista na INI-C (Classe D). Para o lado Oeste, a economia foi de 40%.

Em relação à condição de referência, considerando o valor da tarifa paga em fevereiro de 2018 pelo Exército Brasileiro à Concessionária em Campo Grande, MS (com custo do kWh de R\$ 0,281392 - Tarifa Horária Verde Fora de Ponta), haverá economia anual com energia de R\$ 8.358,46 no lado Leste e R\$ 4.875,28 no lado Oeste, totalizando R\$ 13.233,74. Observa-se aqui que a aplicação do método da INI-C reduziu a estimativa de economia anual prevista, uma vez que Rachid (2018) previa uma economia anual de R\$ 50.535,84 comparando a edificação obtida com ENCE Geral de Projeto Nível “A” com a edificação de projeto-tipo, já consolidado no Exército, com ENCE Geral de Projeto Nível “D”. Tal divergência pode ser explicada uma vez que Rachid (2018) apenas levou em conta para o cálculo o sistema de iluminação e o sistema de condicionamento de ar, enquanto neste artigo foi aplicada a metodologia da INI-C, analisando esses dois sistemas, mas também os equipamentos instalados e o aquecimento de água. A própria metodologia de cálculo de economia energética nos sistemas de condicionamento de ar e de iluminação foi diferente, uma vez que foi utilizado agora método previsto na INI-C, e Rachid (2018) havia estimado o cálculo do consumo pelas potências dos equipamentos, não calculando cargas térmicas no caso dos condicionadores de ar.

Para o Grupo Climático 10 (onde está classificada a cidade de Campo Grande, MS), considerando o fator de forma da edificação em estudo e a tipologia de “escritórios”, obtém-se por tabela da INI-C que a economia mínima de energia para obtenção de ENCE Geral Classe “A” é de 38%. Assim, tanto para o lado Leste, quanto para o lado Oeste, obteve-se ENCE Geral de Projeto Classe “A”.

A Tabela 1 e a Tabela 2 mostram os resultados encontrados para os consumos anuais de energia da edificação em estudo, para as condições real e de referência.

Tabela 1. Consumo Energético Anual do Lado Leste- Pav CCAp.

Sistema Avaliado	Consumo Real [kWh/ano]	Consumo Referência – Classe D [kWh/ano]
Envoltória (Carga Térmica de Resfriamento)	8.275,04	20.522,02
Sistema de Iluminação	4.576,00	28.740,92
Equipamentos Instalados	12.300,60	12.300,60
Sistema de Condicionamento de Ar	2.952,36	7.893,08
Sistema de Aquecimento de Água	20.360,00	20.360,00
Consumo Total	39.590,62	69.294,60
% Economia	43%	0%
ENCE Geral Classe	A	D

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Tabela 2. Consumo Energético Anual do Lado Oeste- Pav CCAp.

Sistema Avaliado	Consumo Real [kWh/ano]	Consumo Referência – Classe D [kWh/ano]
Envoltória (Carga Térmica de Resfriamento)	23.802,43	37.854,04
Sistema de Iluminação	7.176,00	17.288,75
Equipamentos Instalados	11.797,92	11.797,92
Sistema de Condicionamento de Ar	7.346,43	14.559,25
Sistema de Aquecimento de Água	N/A	N/A
Consumo Total	26.320,35	43.645,92
% Economia	40%	0%
ENCE Geral Classe	A	D

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

3.2 ENCE Parcial de Projeto

Por fim, utilizou-se a INI-C para determinação da ENCE Parcial para envoltória, para sistema de iluminação, de condicionamento de ar e de aquecimento de água. Na envoltória, especificamente, para a tipologia de “escritório”, utilizou-se para o cálculo da carga térmica anual de resfriamento a densidade de iluminação da edificação real igual à de referência, conforme previsto na INI-C.

Com a aplicação da INI-C, a ENCE Geral de projeto manteve-se classe “A”, enquanto nas ENCE Parciais, houve incremento de classe da Envoltória do lado Leste, a qual passou de classe “B” segundo o RTQ-C para classe “A” segundo a INI-C, com as demais ENCE parciais mantendo-se as mesmas para os dois métodos.

Observou-se que pela metodologia prevista na INI-C, o ganho oriundo dos coletores solares foi insuficiente para melhorar o nível de eficiência energética do sistema de aquecimento de água. A energia requerida para aquecimento de água na edificação em estudo é de 76,25 kWh/dia, enquanto a de fato fornecida pelos coletores na configuração proposta por Rachid (2018) é de 24,32 kWh/dia, o que por fim gerou uma ENCE Parcial classe “D” para aquecimento de água. Porém, como a utilização de água quente não representa grande parcela do consumo total de energia nessa edificação, tal classificação ruim não foi representativa na determinação da ENCE Geral. Destaca-se que para o lado Oeste, há instalação de apenas 01 (um) chuveiro quente, com a maioria do uso sendo de escritórios, o que, de acordo com a INI-C, faz com que o consumo energético do sistema de aquecimento de água possa ser desprezado.

No quesito economia de água, foram utilizados no projeto do pavilhão dispositivos que visam uso mais racional desse recurso. Pela metodologia do Anexo E da INI-C, foram calculados o consumo de água com os dispositivos convencionais e com os dispositivos eficientes, para um efetivo previsto do Pav CCAp analisado de 103 homens e 05 mulheres. Observou-se uma economia de 57,42% no consumo de água da edificação pela Eficientização do sistema.

Os resultados da aplicação do RTQ-C no trabalho de Rachid (2018) e da aplicação da INI-C nesse artigo estão expressos na Tabela 3 e na Tabela 4, respectivamente.

Tabela 3. ENCE Parcial- Pav CCAp- Método RTQ-C.

Sistema Avaliado	Lado Leste	Lado Oeste
Pré-requisitos Gerais	Atende	Atende
Envoltória	B	B
Sistema de Iluminação	A	A
Sistema de Condicionamento de Ar	A	A
Sistema de Aquecimento de Água	N/A	N/A
Bonificações	01 Ponto	01 Ponto
Pontuação Total	5,92	5,77
ENCE Geral Nível	A	A

Fonte: Rachid, 2018.

Tabela 4. ENCE Parcial- Pav CCAp- Método INI-C.

Sistema Avaliado	Lado Leste	Lado Oeste
Pré-requisitos Gerais	N/A	Atende
Envoltória	A	B
Sistema de Iluminação	A	A
Sistema de Condicionamento de Ar	A	A
Sistema de Aquecimento de Água	D	N/A
Bonificações	Economia de Água de 57,42% (Caráter informativo apenas)	
% Economia	43%	40%
ENCE Geral Nível	A	A

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

3.3 Comparação método Prescritivo do RTQ-C com método Simplificado da INI-C

Enquanto o método Prescritivo do RTQ-C previa apenas a análise dos sistemas de envoltória, de iluminação e de condicionamento de ar para obtenção de ENCE, o método Simplificado da INI-C prevê a análise desses três sistemas, adicionando ainda a análise do consumo energético dos equipamentos elétricos utilizados, e a análise do sistema de aquecimento de água.

No método do RTQ-C, para obtenção da ENCE Geral de Projeto, havia pré-requisitos gerais, os quais não são considerados no método da INI-C. Essa flexibilização foi vantajosa, uma vez que no método mais antigo poderia haver penalização de edificação devido, por exemplo, absorvância mais alta de uma parede, ou mesmo maior transmitância de uma cobertura, quando essa situação não geraria de fato um impacto significativo no consumo de energia. Já a análise por zonas térmicas em um metamodelo de redes neurais artificiais prevista na INI-C, de fato calcula a carga térmica anual resultante de cada uma das diferentes características termo-físicas da edificação avaliada.

No RTQ-C, utilizava-se a divisão do Brasil em oito Zonas Bioclimáticas. Na INI-C, a divisão foi feita num maior número de grupos por Roriz (2014) apud INI-C (2018), totalizando vinte e quatro grupos climáticos. Devido as dimensões continentais do país, a divisão num maior número de grupos pode ser interessante para representar melhor o clima real de um local. Porém, devido a INI-C ainda está

sendo desenvolvida, não foram encontrados estudos que comprovem maior representatividade.

Uma outra vantagem da INI-C em relação ao RTQ-C é a definição da tipologia da edificação para classificação energética. Assim, pode-se fazer uma análise mais representativa para cada tipologia em específico, sendo elas edificações de: escritórios, educacionais, hospedagem, hospitalares, comerciais (lojas ou mercados) e alimentação. Essa maior representatividade se dá pelo fato do Anexo A da INI-C fornecer tabelas com informações típicas do uso para cada tipo de edificação, como DPI e DPE, taxas de ocupação, números de horas e dias de ocupação no ano, além de outras características comuns ao tipo de edificação.

A metodologia prevista na INI-C também trouxe avanços ao possibilitar a análise de energia oriunda de fontes térmicas e elétricas para classificação final da edificação. Tal combinação de energias foi possível por estudos que estabeleceram coeficientes de conversão para transformação em Energia Primária, conceito também introduzido na INI-C.

No quesito Envolvória, foram observadas vantagens da nova análise em relação ao RTQ-C, uma vez que neste último não são levados em conta, para cada zona térmica individualmente, a orientação solar das aberturas, o fator de forma, a DPI e DPE e o PAF. No método antigo todos esses fatores eram ponderados para a edificação como um todo, o que pode reduzir a representatividade do modelo analisado. Além disso, soma-se o fato de a análise da envoltória no RTQ-C ser por índices de consumo, os quais não apresentam significado físico, diferentemente do método da INI-C, que calcula a carga térmica anual de resfriamento para as características da edificação em estudo, apresentando um dado físico. Outra vantagem do método da INI-C é que este permite a análise de ambientes ventilados naturalmente, caso necessário.

No método Prescritivo do RTQ-C, era calculado uma Pontuação Total para etiquetagem de uma edificação, considerando 30% para envoltória, 30% para sistema de iluminação e 40% para sistema de condicionamento de ar. Já no método Simplificado da INI-C, não são calculados Índices de Consumo que serão ponderados para cálculo de Pontuação Total, mas é calculado de fato o consumo anual de energia (kWh/ano) da edificação. O fato de calcular o consumo e não ponderar, com coeficientes pré-determinados, permite uma análise mais específica

da edificação, pois nem toda edificação tem envoltória e iluminação representando 30% cada, da pontuação total e 40% do sistema de condicionamento de ar.

Cabe ressaltar que uma limitação desse artigo é que ainda não foram realizadas simulações ou medições para validação dos consumos calculados pelo método Simplificado da INI-C. A simulação termo energética dessa edificação será realizada numa segunda fase, permitindo uma análise mais aprofundada.

4 CONCLUSÕES

Foram observadas diversas vantagens na metodologia Simplificada da INI-C em relação à metodologia Prescritiva do RTQ-C, como: a divisão em zonas térmicas; o uso do metamodelo que utiliza redes neurais para o cálculo da carga térmica anual de resfriamento, levando em conta as propriedades termo-físicas da edificação, sem necessidade de ponderação de fatores; além da comparação do consumo energético anual de uma edificação real com uma de referência, a fim de determinar a ENCE, por meio do percentual de economia.

Nesse estudo de caso de uma edificação militar, as ENCE obtidas pelo RTQ-C e pela INI-C foram praticamente iguais. Tanto pela metodologia do RTQ-C quanto pela metodologia da INI-C, a edificação avaliada obteve ENCE Geral de Projeto Classe "A". Já nas ENCE Parciais, todas elas permaneceram as mesmas nas duas metodologias, exceto no caso da Envoltória do Lado Leste do Pavilhão, a qual passou de Nível "B", segundo o RTQ-C, para Classe "A", segundo o INI-C. Num estudo futuro, será verificado se os valores de consumo energético calculados pelo método Simplificado são coerentes com os obtidos por simulação, validando os resultados.

A continuidade de medidas sustentáveis em obras militares, certamente transformará a maneira de projetar e construir do Exército. Os benefícios surgirão em médio e longo prazo, com economia de recursos tão escassos na operação dos quartéis e no melhoramento do conforto dos usuários das edificações. Além disso, o Exército continuará sendo exemplo para outros órgãos públicos, assim como para o setor privado, uma vez que há diversos contratos de obras em andamento e futuras, que serão influenciados por essas novas diretrizes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria, ao Exército Brasileiro, pelo fomento dessa pesquisa, e à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pelos conhecimentos adquiridos nessa instituição.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 10295, de 17 de outubro de 2001.** Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia e dá outras providências. Distrito Federal, DF.

_____. DIRETORIA DE OBRAS MILITARES. **Instruções Gerais para o Planejamento e Execução de Obras Militares no Exército (IG 50-03).** 2003.

_____. **Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010.** INMETRO – Aprova os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Distrito Federal, DF.

_____. **Portaria no 50, de 01 de fevereiro de 2013.** INMETRO – Aprova o aperfeiçoamento dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações. Distrito Federal, DF.

_____. **Decreto no 7.964, de 21 de março de 2013.** Altera o Decreto nº 7.946, de 7 de março de 2013, que dispõe sobre os efetivos do pessoal militar do Exército, em serviço ativo, para 2013. Distrito Federal, DF.

_____. **Instrução Normativa nº 02/2014, de 04 de junho de 2014.** SLTI – Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores pela APF Direta, Autárquica e Fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Distrito Federal, DF.

_____. **Portaria nº 248, de 10 de julho de 2018.** Aperfeiçoamento do Regulamento Técnico da Qualidade para a Classe de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Distrito Federal, DF.

_____. **Departamento de Engenharia e Construção lança Programa “EB Sustentável” durante seminário.** Disponível em: <https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/asset_publisher/MjaG93KcunQl/content/departmento-de-engenharia-e-construcao-lanca-programa-eb-sustentavel-durante-seminario/8357041>. Acesso em: 03 Set 19.

CARLO, J.C.; LAMBERTS, R. Parameters and methods adopted in the energy efficiency labelling regulation for buildings—Part 1: Prescriptive method (in Portuguese), **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26, 2010. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

DIDONÉ, E. L.; WAGNER, A.; PEREIRA, F. O. R. Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 27-42, jul./set. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

ELETROBRÁS. **Manual de Aplicação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C).** Distrito Federal, DF.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Nota técnica DEA 13/15: Demanda de Energia 2050.** 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 19 Jan 2019.

LAMBERTS, R.; CLETO, L T. Certificação de sistemas PBE EDIFICA. In: **SEMINÁRIO PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA REFRIGERAÇÃO E AR-CONDICIONADO**, 1., 2018, São Paulo. São Paulo: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento, Ministério de Minas e Energia, Eletrobras e Procel, 2018.

MELO, A.P.; CÓSTOLA, D.; LAMBERTS, R.; HENSEN, J. L. M. Assessing the accuracy of a simplified building energy simulation model using BESTEST: The case study of Brazilian regulation. **Energy and Buildings**, v.45, n.0, p.219-228. 2012.

MELO, A. P. et al. Desenvolvimento de um método para aprimorar a precisão do método prescritivo da etiquetagem PROCEL/INMETRO para edifícios comerciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: ENCAC, 2013. p. 1 -10.

OMER, A.M. Energy, environment and sustainable development. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v.12, p. 2265–2300. 2008.

RACHID, M.N. (2018). **Implementação da Eficiência Energética em uma Edificação Militar do Exército Brasileiro**. Campo Grande, 2018. 175 p. Trabalho de Conclusão Final de Curso (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

VERSAGE, R.S. (2015). **Metamodelo para estimar a carga térmica de edificações condicionadas artificialmente**. Florianópolis, 2015. Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

VOLLARO, R.L.; VOLLARO, E.L. Informing on Best Practices Using Design Builder and RET Screen to Calculate Energetic, Financial, and Environmental Impacts of Energy Systems for Buildings. **International Journal of Advanced Research in Engineering**, v.4, n.2, p. 11-15, 2018.