



ANALISE DOS NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PRÉDIO G1 DA FEAR/UPF: INSTRUMENTALIZAÇÃO DO CORPO TÉCNICO DA UNIVERSIDADE

Daniele Teixeira (1); Eduardo Grala da Cunha (2)

- (1) Bolsista FAPERGS – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Pelotas, Brasil – e-mail: daniteixeira.au@gmail.com
- (2) Prof. Dr. Adj. - Departamento de Tecnologia da Construção – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Pelotas, Brasil – e-mail: eduardo.grala@ufpel.edu.br

RESUMO

Com a preocupação mundial da redução de emissão de CO₂ na atmosfera, o Brasil deu um importante passo com a aprovação do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

A proposta desta pesquisa é instrumentalizar o corpo técnico da Universidade de Passo Fundo no que diz respeito à Eficiência Energética das edificações existentes e a serem projetadas nos diversos campis da Universidade. Desta forma, pretende-se disponibilizar aos profissionais uma referência à etiquetagem de eficiência energética das edificações.

Com relação à metodologia de pesquisa, inicialmente, foi prevista uma prévia análise do prédio G1. Campus I, posteriormente, um levantamento das variáveis necessárias para a análise da envoltória da edificação e dos sistemas de iluminação artificial e condicionamento de ar. Tendo isso como base, o próximo passo relacionou-se à etiquetagem das mesmas. Em seguida foram realizadas algumas simulações dos níveis de eficiência das variáveis etiquetadas no sentido da melhoria do nível de eficiência energética. Por fim, confeccionou-se um manual de eficiência energética que define as diretrizes básicas de projetos de novos edifícios da UPF objetivando a obtenção de níveis de eficiência A.

Palavras-chave: Etiquetagem, eficiência energética, RTQ-C.

1 INTRODUÇÃO

Dentro do contexto das mudanças climáticas, discute-se na atualidade a economia de energia das edificações como uma das formas mais efetivas de redução de emissão de CO₂ na atmosfera. Em agosto de 2007 o chefe do secretariado de Mudança Climática da ONU (Organização das Nações Unidas), Sr. Yvo de Boer, afirmou que a eficiência energética seria o meio mais promissor de reduzir os gases do efeito estufa em curto prazo. Países como França e Alemanha podem ser referências para futuros desenvolvimentos da normatização brasileira. A Alemanha, em particular, tem obtido excelentes resultados no que tange à economia de energia oriunda do consumo das edificações. Com a aprovação da primeira versão da EnEV (Lei de economia de energia) o país reduziu em 15% a emissão de CO₂ pelo aumento da eficiência das edificações e dos equipamentos de ventilação, refrigeração e aquecimento, entre outras razões.

No Brasil, diversos estudos já foram realizados no que diz respeito ao consumo de energia elétrica por uso final em edificações comerciais em geral e públicas. Geller (1991) apud Lamberts e Carlo (2004) indicou que 64% do consumo de energia elétrica se deve aos usos finais de iluminação e de ar-condicionado, chegando a 86% em bancos e escritórios. Levantamentos em Salvador também mostraram que o consumo de energia em salas de edifícios de escritórios pode chegar a 70% para condicionamento de ar e 15% para iluminação (MASCARENHAS et al, 1988 apud LAMBERTS e CARLO, 2004).

Observa-se então que a parcela que cabe aos sistemas de iluminação e condicionamento de ar aliados à configuração da envoltória da edificação, definidora do uso desses sistemas, representa um grande potencial para promover a redução no consumo de energia em edificações comerciais, públicas e de serviços.

O Brasil já iniciou a sua caminhada no sentido da normatização das edificações objetivando um melhor desempenho térmico e, por conseguinte, uma melhor eficiência energética. Os primeiros passos concretizados com a NBR 15220 (2005) e NBR 15575 (2008) são o início de uma longa jornada. Além disso, a aprovação da versão final em 2009 do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) é um importante passo no sentido da inserção do tema eficiência energética no cenário da construção civil nacional.

2 OBJETIVO

A prescrição do RTQ-C foi decisiva para dar início aos estudos relativos à eficiência energética, e mais especificadamente à etiquetagem de edifícios. Desta forma, a pesquisa proposta prevê a análise e a classificação dos níveis de eficiência energética do prédio G1 da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, objetivando consolidar um processo de trabalho, como também preparar o Laboratório de Conforto Ambiental do Curso de Arquitetura e Urbanismo para apoiar a comunidade regional no que diz respeito à análise da eficiência energética de edificações comerciais, públicas e de serviços. Ou seja, preparar o Laboratório de Conforto Ambiental para assessorar a comunidade profissional da região no que tange às novas demandas normativas de eficiência energética.

Com base na realização de estudo piloto e na repertorização do processo de etiquetagem do nível de eficiência energética de edificações pretende-se também etiquetar os demais edifícios da Universidade de Passo Fundo, Campus I, e apresentar um manual de eficiência energética que definirá as diretrizes básicas para a realização de projeto de novos edifícios no campus da UPF, além de disponibilizar à comunidade profissional de Passo Fundo uma referência a respeito da etiquetagem de eficiência energética.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração desta pesquisa, o trabalho foi dividido em três etapas:

1. Classificação do nível de eficiência energética do edifício G1 da FEAR/UPF;
2. Definição das medidas corretivas para promover a eficiência energética do edifício G1;
3. Discussão de resultados obtidos.

4 CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO G1 DA FEAR/UPF

Numa primeira etapa foi realizado um levantamento de dados quantitativos relativos às plantas baixas, cortes e fachadas do edifício G1 da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, assim como uma avaliação geral do edifício construído. Concomitantemente a isso foi realizada a leitura do RTQ-C. De forma sintética, pode-se descrever o edifício G1 da FEAR (figura 1) da seguinte forma: é caracterizado pelo uso do concreto armado como estrutura, tijolo cerâmico aparente como fechamento vertical e vidro 3 mm como fechamento transparente. O prédio possui três pavimentos – subsolo, térreo e segundo pavimento; composto por 59 salas caracterizadas no levantamento.



Figura 1 - Edifício G1 da Faculdade de Engenharia e Arquitetura/Universidade de Passo Fundo

Após o levantamento de dados, a segunda etapa tem como objetivo identificar o nível de eficiência energética do edifício G1, estabelecendo prescrições normativas e classificações parciais para os três requisitos especificados na norma (envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar). Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por requisitos devem ser avaliadas, resultando numa classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada requisito e, de acordo com a pontuação final, é obtida uma classificação que varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) apresentada pela ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia. Foi quantificada uma série de dados relativos à envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar necessários para a realização das classificações parciais do edifício.

Para a classificação da envoltória – composta por paredes, aberturas e cobertura - houve a necessidade de reunir um conjunto de índices referentes às características físicas do edifício G1. Os componentes opacos foram examinados através de pré-requisitos, enquanto aberturas verticais foram avaliadas através de equações.

A partir desses índices (tabela 01), o indicador de consumo da envoltória (IC) recebeu o valor de 26,4, indicando a classificação “A”. Contudo, o edifício não atende aos pré-requisitos referentes à absorção de acordo com o nível pretendido, mas sim aos requisitos para receber classificação “C”. Desta forma, afirma-se que a envoltória do edifício G1 é classificada com nível “C” em eficiência energética.

Tabela 1 – Análise da envoltória

Índices		Equivalente Numérico
AU	Área útil (m ²)	2629,21
A _{TOT}	Área total de piso (m ²)	2832,28
A _{pCOB}	Área de projeção de cobertura (m ²)	1223,45
A _{ENV}	Área da envoltória (m ²)	2749,96
V _{tot}	Volume total da edificação (m ³)	27614,73
PAF _T	Percentual de área de abertura de fachada (%)	0,32
AVS	Ângulo vertical de sombreamento	37,64
AHS	Ângulo horizontal de sombreamento	21,82
FS	Fator solar	0,87
α_{PAR}	Absortância solar da parede	0,65
α_{COB}	Absortância solar da cobertura	0,75
U	Transmitância térmica da parede	3,4
U	Transmitância térmica da cobertura	1,32
IC _{mín}	Indicador de consumo mínimo	23,24
IC _{máx}	Indicador de consumo máximo	49,93
IC_{env}	Indicador de consumo da envoltória	26,4

*considerado: Zona Bioclimática 2; Ape >500 m²

Para a classificação do sistema de iluminação é necessário uma avaliação de cada ambiente, uma vez que estes podem ter diferentes usos e, portanto, distintas necessidades de iluminação. A eficiência da iluminação é determinada calculando a densidade de potência instalada pela iluminação interna, de acordo com a atividade exercida em cada ambiente. Calcula-se também a iluminância do projeto e iluminância gerada pelo sistema para a determinação da eficiência. A partir destes equivalentes numéricos e através da ponderação pela área de cada ambiente, determina-se o equivalente numérico do edifício, encontrando por fim o equivalente numérico e o nível de eficiência do sistema de iluminação artificial. As tabelas 2 e 3 demonstram de forma sintética a avaliação de dez dos cinquenta e nove ambientes utilizados para a determinação do nível de eficiência do sistema de iluminação artificial. Após a ponderação final, o resultado numérico obtido foi 3,43 e se considerada a observância dos pré requisitos do nível de eficiência pretendido, o equivalente numérico sobe para 3,53, e o nível de eficiência do sistema recebe valor “B”.

Tabela 2 - Análise do Sistema de Iluminação Artificial

Ambiente	Área	Índice de ambiente	Fator de utilização	Quantidade e tipo lâmpada	Fluxo Luminoso
Laboratório de Gráfica	28,8	0,9	0,44	6x Fluorescente Osram L110 W T12	8600
Laboratório e Urbano	29,1	1,0	0,47	4x Fluorescente Osram L110 W T12	8600
Patrimônio Histórico	16,6	0,7	0,37	2x Fluorescente Osram L110 W T12	8600
Arquitetura e Paisagismo	22,8	0,8	0,41	6x Fluorescente Osram L30W/765 W T8	1900
Projetos Especiais	22,8	0,8	0,41	6x Fluorescente Osram L30W/765 W T8	1900
Auditório	82,7	1,6	0,62	36x Fluorescente Osram L30W/765 W T8	1900
Laboratório Conforto	59,5	1,3	0,55	12x Fluorescente Osram L110 W T12	8600
Laboratório de Informática	28,8	0,9	0,44	4x Fluorescente Osram L110 W T12	8600
Sala de Aula 13	76,2	1,5	0,58	12x Fluorescente Osram L110 W T12	8600
Sala de Aula 11	54,5	1,3	0,55	4x Fluorescente Osram L110 W T12	8600

Tabela 3 - Análise do Sistema de Iluminação Artificial

Ambiente	Perda Reator (W)	Pot. Total Instalada (kW)	DPI _A (W/m ²)	DPI _R (W/m ²)	Iluminância (lux)	Classificação do ambiente	Classificação do ambiente*
Laboratório de Gráfica	52,8	0,7	24,31	3,92	629,9	C	C
Laboratório e Urbano	35,2	0,5	17,18	3,67	44,4	B	B
Patrimônio Histórico	17,6	0,2	12,05	4,67	306,4	C	C
Arquitetura e Paisagismo	14,4	0,2	8,77	5,20	164,0	D	D
Projetos Especiais	14,4	0,2	8,77	5,20	164,0	D	D
Auditório	86,4	1,2	14,51	3,47	406,9	C	C
Laboratório Conforto	105,6	1,3	21,85	2,91	763,1	B	B
Laboratório de Informática	35,2	0,4	13,89	3,63	419,9	B	B
Sala de Aula 13	105,6	1,3	17,06	2,76	628,0	B	B
Sala de Aula 11	35,2	0,5	5,19	3,14	277,7	B	E
Resultado ponderado	Equivalente numérico					3,57	3,41

*considerando a observância dos pré requisitos

A classificação da eficiência do sistema de condicionamento de ar pode ser dividida em duas diferentes classes, a classe dos condicionadores classificados pelo INMETRO e a dos condicionadores não classificados. O edifício G1 apresenta condicionadores tipo *split* classificados pelo INMETRO, portanto a definição do sistema de condicionamento será feita através da ponderação das eficiências de cada ambiente condicionado por sua área.

A determinação do nível de eficiência desse sistema depende além do nível de eficiência do equipamento também do cumprimento do pré-requisito. Este pré-requisito diz que para o sistema obter etiqueta “A”, os condicionadores do tipo *split* devem estar sombreados permanentemente e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência. A tabela 4 apresenta os dados necessários para a determinação da classificação final do sistema. O resultado numérico é comparado com a tabela de classificação do RTQ-C, assim, o nível de eficiência tem valor “A”.

Tabela 4 - Análise do condicionamento de ar

ANC	Área não condicionada (m ²)	1582,29
AC	Área condicionada (m ²)	199,8
Condicionadores de ar	2 splits (equivalente numérico)	5
	3 splits(equivalente numérico)	4
Resultado ponderado	(equivalente numérico)	4,44

Para classificar o edifício G1, foi realizado o método prescritivo, obtido através da aplicação de uma equação composta por uma relação entre pesos (estabelecidos por usos finais) para cada sistema e pelo equivalente numérico de seu nível parcial de eficiência (Eq.1). Vale lembrar que ambientes não condicionados e naturalmente ventilados também serão levados em consideração e representados na equação por “EqNumV” (equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente). O valor do EqNumV adotado foi 1, pois refere-se à adoção de uma pior hipótese de conforto, ou seja, apresenta um percentual de horas ocupadas em conforto menor que 50%. Aplicando a equação geral, obteve-se a pontuação total e logo a classificação global do edifício conforme demonstra a tabela 5.

$$PT = 0,30 \left\{ \left(\frac{\text{EqNumEnv} \cdot AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \left(\frac{\text{EqNumDPI}}{AU} \right) + 0,40 \left\{ \left(\frac{\text{EqNumCA} \cdot AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b_0^1 \quad (\text{Eq. 1})$$

EqNumEnv é o equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI é o equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA é o equivalente numérico de sistema de condicionamento de ar.

EqNumV é o equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente

APT é a área de piso dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;
 ANC é a área de piso dos ambientes não condicionados de permanência prolongada;
 AC é a área de piso dos ambientes condicionados;
 AU é a área útil;
 b é a pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Tabela 5 - Classificação final do edifício a partir das classificações parciais

	Eq. Numérico	Classificação do sistema	PT (Eq. 01)	Classificação Final
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	3,41	C		
Envoltória (EqNumEnv)	3	C		
Sist. Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,44	B		
Ambientes naturalmente ventilados (EqNumV)	1	E		
Área Condicionada (AC)	199,8			
Área não condicionada (ANC)	1582,29			
Área de permanência transitória (APT)	847,12			
Área Útil (AU)	2629,21			

5 DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS CORRETIVAS PARA PROMOVER O AUMENTO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS PRÉDIOS DA UPF

Identificado o nível de eficiência em que se encontra o edifício, o próximo passo é elevá-lo com o objetivo de obter classificação “A” em eficiência energética, respeitando os pré-requisitos de acordo com os critérios de cada variável.

Nesta etapa foram realizadas simulações de diferentes configurações da envoltória (proteção solar e cores dos revestimentos) e do sistema de iluminação artificial (lâmpadas e luminárias mais eficientes, cores dos revestimentos internos das salas de aula e diferentes possibilidades de conjugação da iluminação artificial e natural), sendo que a realização de simulações do sistema de condicionamento de ar não foi necessária. Os ensaios a seguir apresentam de forma detalhada cada uma das simulações realizadas:

5.1 Simulação 01:

As modificações realizadas referem-se ao sistema de iluminação artificial. Alguns ambientes do edifício G1 haviam recebido classificação “B” em eficiência energética, contudo não puderam permanecer com esta classificação, pois não atendiam aos pré-requisitos do sistema. Este ensaio busca adequar o sistema de iluminação artificial destes ambientes aos pré-requisitos de acordo com o nível de eficiência “B”, ou seja, estes ambientes deverão apresentar divisão de circuito e oferecer um acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima às janelas externas de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível.

5.2 Simulação 02:

As modificações realizadas referem-se ao sistema de iluminação artificial. As modificações procuram fornecer níveis adequados de iluminância para cada ambiente, consumindo o mínimo de energia, e também gerando a menor carga térmica possível. Para alcançar esse objetivo, foram realizados ajustes na quantidade e no tipo de lâmpada presente nos ambientes do edifício descritos a seguir.

Para a adequação do sistema de iluminação foi necessário, inicialmente, uma verificação da iluminância adequada para cada ambiente considerando as atividades realizadas nele, conforme a norma NBR 5413, a qual estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores. Considera-se o valor médio de iluminância a partir da definição dos fatores determinantes para iluminância adequada:

- Idade (inferior a 40 anos= -1);

- Velocidade de precisão (=0);
- Refletância do fundo da tarefa (30%, 50% e 70% = 0);
- Somatório = -1 + 0 + 0 = -1 Iluminância média.
- A partir do valor resultante (iluminância = -1), pode ser indicado o tipo de lâmpada e luminária:
- Lâmpada utilizada: TLD 36 W40 PHILIPS (P= 36W; FL=3350 Lm; T 4000 K)
- Luminária utilizada: TBNS 910228 C5 REL acabamento – brilhante.

O número adequado de lâmpadas para cada ambiente foi determinado a partir da adoção do método dos Lumens da metodologia de origem européia, pois apresenta um resultado que implica em um decréscimo de custo de instalação e de consumo de energia 40 % menor que o método americano.

5.3 Simulação 03:

A modificação realizada refere-se à envoltória. De acordo com a classificação inicial do edifício, o IC_{ENV} (Indicador de Consumo da Envoltória) recebeu o valor de 26,39, portanto o sistema deveria ser classificado como “A” em eficiência energética. Contudo, por não possuir o pré-requisito referente à absorção, a classificação da envoltória caiu para C. Já que esta modificação visa elevar o nível de eficiência da envoltória para “B” será necessário realizar a pintura das paredes externas e da cobertura do edifício com cor clara para diminuir a absorção solar do revestimento ($\alpha=0,4$).

5.4 Simulação 04:

Realizada as simulações, foi determinado que as todas elas deverão ser realizadas para que seja elevado o nível de eficiência dos sistemas de iluminação artificial e envoltória do edifício G1, reduzindo de forma significativa o consumo de energia. Desta forma, todos os ensaios serão empregados na obtenção da elevação das classificações parciais necessárias para a classificação final do edifício:

- Simulação 01: adequação do sistema de iluminação artificial de alguns ambientes de acordo com os pré-requisitos específicos exigidos para classificação “B” de eficiência energética;
- Simulação 02: realização de ajustes na quantidade e no tipo de lâmpadas presentes nos ambientes do edifício;
- Simulação 03: adequação da envoltória aos pré-requisitos específicos exigidos para classificação “B” de eficiência energética.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS:

Em cada uma das simulações realizadas, obtiveram-se resultados distintos listados a seguir. Além disso, para elevar o nível de eficiência energética fez-se o uso de outro sistema que também visa ampliar o potencial de eficiência da edificação, somando um ponto na pontuação final do edifício.

6.1 Resultado 01

O Índice de Consumo da Envoltória (IC_{ENV}) passou de 3,41 para 3,57 e a Pontuação Total (PT) do edifício passou a ser igual a 2,82 (tabela 6). Desta forma, mesmo que a classificação do sistema de iluminação artificial agora seja nível “B”, a classificação final do edifício G1 não é modificada.

Tabela 6 - Classificação final do edifício a partir das classificações parciais

	Eq. Numérico	PT (Eq. 01)	Classif. Final
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	3,57		
Envoltória (EqNumEnv)	3	2,82	B
Sist. Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,44		
Ambientes naturalmente ventilados (EqNumV)	1		
Área Condicionada (AC)	199,8		
Área não condicionada (ANC)	1582,29		
Área de permanência transitória (APT)	847,12		
Área Útil (AU)	2629,21		

6.2 Resultado 02

De acordo com as orientações do RTQ-C e considerando os pré-requisitos específicos do sistema de iluminação a classificação do item iluminação passará ser “B” (EqNumDPI = 3,78). De tal modo que todos os ambientes do edifício que não estiverem respeitando os pré-requisitos para nível “B” (divisão de circuitos, contribuição de luz natural), deverão agora ser adequados. Assim, a pontuação total do edifício passa a ser 2,89, não sofrendo alteração na classificação final (tabela 7).

Tabela 7 - Classificação parcial do edifício após a realização do ensaio 02:

	Eq. Numérico	PT (Eq. 01)	Classif. Final
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	3,78		
Envoltória (EqNumEnv)	3	2,89	C
Sist. Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,44		
Ambientes naturalmente ventilados (EqNumV)	1		
Área Condicionada (AC)	199,8		
Área não condicionada (ANC)	1582,29		
Área de permanência transitória (APT)	847,12		
Área Útil (AU)	2629,21		

6.3 Resultado 03

Após a adequação aos pré-requisitos referentes à absorção, compreendendo principalmente a pintura das paredes externas e da cobertura com cor clara, o valor da absorção solar diminui e a classificação da envoltória passa a ser “B” (EqNumEnv= 4), porém a classificação final do edifício não é alterada (tabela 8).

Tabela 8 - Classificação parcial do edifício após a realização do ensaio 03:

	Eq. Numérico	PT (Eq. 01)	Classif. Final
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	3,41		
Envoltória (EqNumEnv)	4	2,80	C
Sist. Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,44		
Ambientes naturalmente ventilados (EqNumV)	1		
Área Condicionada (AC)	199,8		
Área não condicionada (ANC)	1582,29		
Área de permanência transitória (APT)	847,12		
Área Útil (AU)	2629,21		

6.4 Resultado 04

Utilizando-se dos outros resultados, os valores cedidos à envoltória e ao sistema de iluminação foram elevados, elevando também o valor da pontuação total do edifício. Mas, apesar da elevação da eficiência dos sistemas de iluminação artificial e da envoltória para nível “B”, a classificação final do edifício não foi alterada, continuando como “C” em eficiência energética (tabela 9).

Tabela 9 - Classificação final do edifício após a realização do ensaio 04:

	Eq. Numérico	Classificação do sistema	PT (Eq. 01)	Classif. Final
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	3,78	B		
Envoltória (EqNumEnv)	4	B	2,91	C
Sist. Condic. de Ar (EqNumCA)	4,44	B		
Amb. naturalmente ventilados (EqNumV)	1	E		
Área Condicionada (AC)	199,8			
Área não condicionada (ANC)	1582,29			
Área de permanência transitória (APT)	847,12			
Área Útil (AU)	2629,21			

6.5 Recomendação de iniciativas para aumentar a eficiência energética da edificação

Apesar do aumento da eficiência energética do edifício G1, a efetivação das modificações não foi suficiente para elevar o nível de eficiência do edifício por completo, pois este continua classificado como “C” em eficiência energética. Desta forma, recomenda-se o uso de iniciativas - também chamadas de bonificações - que visam aumentar a eficiência energética da edificação. As bonificações poderão agregar até um ponto na classificação geral, para tanto, essas iniciativas deverão ser justificadas, e a economia gerada deve ser comprovada. Logo, indica-se a instalação de um sistema de aproveitamento da água pluvial para a utilização nas descargas do edifício.

A proposta é colocar um reservatório de, no mínimo, 6.000 l, ou seja, uma capacidade de aproximadamente 20% do consumo da edificação. Se instalado um sistema com esta mesma capacidade, o resultado será o acréscimo de 1 ponto na classificação final do edifício, ou seja, o edifício passará a ter nível “B” na classificação global de eficiência energética.

6.6 Confecção do manual de eficiência energética para as novas edificações da UPF

Com base nas análises realizadas foi desenvolvido um manual de eficiência energética da Universidade de Passo Fundo. O manual relaciona diversas diretrizes a serem seguidas durante a execução de novos projetos de edifícios da UPF, dentre eles se pode citar: definição das características arquitetônicas da envoltória no que diz respeito à presença e tipos de sistemas de proteção solar, relação entre os fechamentos opacos e transparentes da envoltória da edificação, cores dos fechamentos verticais e características de transmitância térmica, atraso térmico, fator de calor solar e capacidade térmica dos fechamentos verticais e horizontais; definição dos sistemas de iluminação artificial a serem utilizados no que diz respeito ao tipo de lâmpada (eficiência energética mínima em lm/W), tipo de luminária e disposição dos conjuntos lâmpadas-luminárias; definição dos sistemas de ar condicionado a serem utilizados no que diz respeito ao nível mínimo de eficiência energética segundo a classificação do INMETRO, como também os requisitos necessários para a instalação dos equipamentos de condicionamento artificial.

Assim como o RTQ, o manual é dividido em três partes atendendo: sistema de ar condicionado, sistema de iluminação artificial e estratégias para definição da envoltória. A tabela 10 apresenta a estrutura do manual proposto.

Tabela 10 – Estrutura do manual de eficiência energética para as novas edificações da UPF:

1. Aspectos Gerais	1.1. Proposta para nível de eficiência "A"	
	2.1. Vedaçāo e cor	
2. Envoltória	2.2. Proteção Solar	
	2.3. Fechamento Transparente	2.3.1. Plano Horizontal 2.3.2. Plano Vertical
3. Ar Condicionado	3.1. Sistema indicado para carga térmica acima de 350kW	
	3.2. Sistema indicado para carga térmica abaixo de 350kW	
	3.3. Sombreamento dos condensadores	
	3.4. Ventilação dos condensadores	
4. Sistema de Iluminação	4.1. Aproveitamento da iluminação natural	
	4.2. Divisão de circuitos	
	4.3. Desligamento automático	
	4.4. Projeto de Iluminação	4.4.1. Lâmpadas 4.4.2. Luminárias

7 CONCLUSÕES

Com base nas simulações, considerando o método prescritivo do RTQ-C, dos níveis de eficiência energética do edifício G1 a partir de simples mudanças de configurações das variáveis presentes no processo, foi possível verificar o atendimento da tipologia recorrente na universidade no que diz respeito às novas legislações de eficiência energética, proporcionando à universidade economia de energia e redução de desperdícios. Além disso, foi possível também gerar um documento que instrumentalizará o corpo técnico da universidade para a confecção de novos projetos arquitetônicos buscando a obtenção de edificações com etiquetas de eficiência energética nível “A”.

8 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de edificações de até cinco pavimentos: parte 1: requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ANBT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

INMETRO. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Portaria 163 de 08 de junho de 2009. 2009. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resultado_pesquisa.asp?seq_classe=1&ind_publico=&sel_tipo_ato_legal=&nom_orgao=&sel_tipo_instrumento_medida=&sel_orgao_regulamentador=&descr_marca=&descr_modelo=&sel_categoria=&num_ato=53&ano_assinatura=2009&palavra_chave=&btnPesquisar=Pesquisar> Acesso em: 3 de março de 2009.

CUNHA, Eduardo Grala da; FRITSCH, Rodrigo. **Análise da Norma de Eficiência Energética Alemã ENEV 2007 e a Apresentação de Possíveis Contribuições para o caso Brasileiro**. In: In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. 2009.

LAMBERTS, R; CARLO, J. C.. **Uma Discussão sobre a Regulamentação de Eficiência Energética em Edificações**. In: Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul, *Anais MERCOFRIO 2004*, 2004.

9 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à FAPERGS pelo apoio à realização da pesquisa.