



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **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 CO<sub>2</sub> 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 campi 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 absorvância 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**

<b>Índices</b>		<b>Equivalente Numérico</b>
AU	Área útil (m <sup>2</sup> )	2629,21
A <sub>TOT</sub>	Área total de piso (m <sup>2</sup> )	2832,28
A <sub>pCOB</sub>	Área de projeção de cobertura (m <sup>2</sup> )	1223,45
A <sub>ENV</sub>	Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	2749,96
V <sub>tot</sub>	Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	27614,73
PAF <sub>T</sub>	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
$\alpha_{PAR}$	Absortância solar da parede	0,65
$\alpha_{COB}$	Absortância solar da cobertura	0,75
U	Transmitância térmica da parede	3,4
U	Transmitância térmica da cobertura	1,32
IC <sub>mín</sub>	Indicador de consumo mínimo	23,24
IC <sub>máx</sub>	Indicador de consumo máximo	49,93
<b>IC<sub>env</sub></b>	<b>Indicador de consumo da envoltória</b>	<b>26,4</b>

\*considerado: Zona Bioclimática 2; Ape >500 m<sup>2</sup>

Para a classificação do sistema de iluminação é necessário uma avaliação de cada ambiente, uma vez que estes podem ter diferentes usos e, portando, 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**

<b>Ambiente</b>	<b>Área</b>	<b>Índice de ambiente</b>	<b>Fator de utilização</b>	<b>Quantidade e tipo lâmpada</b>	<b>Fluxo Luminoso</b>
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 <sub>A</sub> (W/m <sup>2</sup> )	DPI <sub>R</sub> (W/m <sup>2</sup> )	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
<b>Resultado ponderado</b>	<b>Equivalente numérico</b>					<b>3,57</b>	<b>3,41</b>

\*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 <sup>2</sup> )	1582,29
AC	Área condicionada (m <sup>2</sup> )	199,8
Condicionadores de ar	2 splits (equivalente numérico)	5
	3 splits (equivalente numérico)	4
<b>Resultado ponderado</b>	<b>(equivalente numérico)</b>	<b>4,44</b>

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.

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

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**

	<b>Eq. Numérico</b>	<b>Classificação do sistema</b>	<b>PT (Eq. 01)</b>	<b>Classificação Final</b>
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	3,41	<b>C</b>	<b>2,78</b>	<b>C</b>
Envoltória (EqNumEnv)	3	<b>C</b>		
Sist. Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,44	<b>B</b>		
Ambientes naturalmente ventilados (EqNumV)	1	<b>E</b>		
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 absorvância, 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 absorvância 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		
Sist. Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,44	2,82	B
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	2,89	C
Envoltória (EqNumEnv)	3		
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 absorvância, compreendendo principalmente a pintura das paredes externas e da cobertura com cor clara, o valor da absorvância 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	2,80	C
Envoltória (EqNumEnv)	4		
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	2,91	C
Envoltória (EqNumEnv)	4	B		
Sist. Cond. 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:**

<b>1. Aspectos Gerais</b>	1.1. Proposta para nível de eficiência "A"	
	2.1. Vedação e cor	
<b>2. Envoltória</b>	2.2. Proteção Solar	
	2.3. Fechamento Transparente	2.3.1. Plano Horizontal 2.3.2. Plano Vertical
<b>3. Ar Condicionado</b>	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	
<b>4. Sistema de Iluminação</b>	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&anoassinatura=2009&palavra\\_chave=&btnPesquisar=Pesquisar](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&anoassinatura=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.