

**DIAGNÓSTICO DO
NÍVEL DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA**

ETIQUETA PBE EDIFICA

Ministério Público do
Estado do Ceará - MPCE

Fortaleza – CE

22 de julho de 2019

Revisão: R04



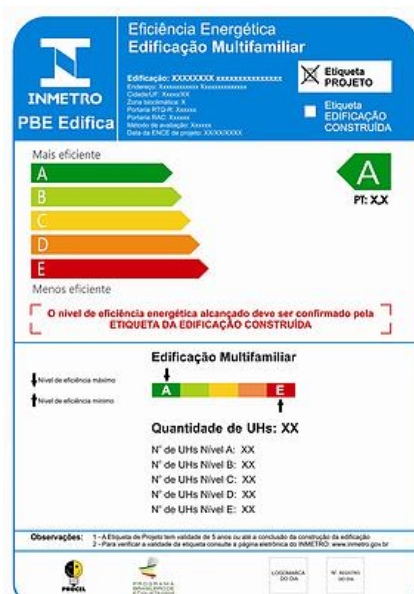
1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o diagnóstico do nível de eficiência energética em conformidade com a etiqueta PBE Edifica para obtenção da ENCE de Projeto do Edifício do Ministério Público do Estado do Ceará - MPCE.

Todo o estudo deste diagnóstico foi baseado no regulamento técnico (RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Comerciais de Serviços e Públicos, que permitem avaliar a eficiência energética das edificações brasileiras.

Esse procedimento classifica o nível de eficiência energética dos edifícios por meio da concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), podendo variar de:

- Nível A (mais eficiente)
- Nível B
- Nível C
- Nível D
- Nível E (menos eficiente)



Para o cálculo do nível de eficiência energética deste projeto, utilizou-se o Método Prescritivo. Como linha de base para a obtenção do resultado do nível de eficiência, foi realizada uma análise técnica dos projetos de arquitetura, instalações elétricas, luminotécnico e climatização, enviados pelo escritório Um pra Um Arquitetos.

O diagnóstico é apresentando seguindo a mestra estrutura da etiqueta:

- ENVOLTÓRIA
- ILUMNAÇÃO
- AR CONDICIONADO
- BONIFICAÇÃO

2. ENVOLTÓRIA

A avaliação do indicador de consumo da envoltória ocorreu com base na análise do projeto arquitetônico de reforma da edificação existente, fornecidos em formato dwg e pdf (MPCE-Folha - 02 - COBERTA; MPCE-Folha - 04 - LAYOUT - PAV- SUPERIOR; MPCE-Folha - 06 - LAYOUT - DEMOLIR E CONSTRUIR - PAV - INFERIOR; MPCE-Folha - 13 - CORTES; MPCE-Folha - 14 - CORTES; MPCE-Folha - 15 - FACHADAS) e de dados de materiais informados pela equipe de arquitetura do escritório Um pra Um Arquitetos. Salienta-se que não foi fornecido um quadro de esquadrias à equipe de consultoria. Desse modo o cálculo das áreas de abertura ocorreu com base nos desenhos presentes em plantas, cortes e fachadas. Contudo, ao ser percebido alguma incompatibilidade de informações entre plantas, cortes e fachadas com as esquadrias existentes no edifício, visualizadas por meio de fotografias, considerou-se as características das esquadrias existentes com base nas fotografias para o cálculo das áreas de aberturas, pois foi informado pela equipe de arquitetura que as esquadrias não serão modificadas.

2.1. Pré-Requisito Específico

O resultado da avaliação do projeto de reforma do edifício de acordo com os pré-requisitos da envoltória demonstrou que, quanto aos critérios de transmitância de paredes e cobertura, e de absortância da cobertura, o edifício alcançou nível A. Porém, quanto ao critério de absortância das paredes, o edifício alcançou nível B. Como pode ser observado na tabela abaixo:

Pré-Requisito Específico		Nível A	Nível B	Nível C e D	Edifício avaliado	Nível atendido
Cobertura	Transmitância (Ucob) - Ambiente Condicionado (AC)	1W/m²K	1,5W/m²K	2W/m²K	1W/m²K	A
	Transmitância (Ucob) - Ambiente não Condicionado (ANC)	2W/m²K	2W/m²K	2W/m²K	1W/m²K	A
	Absortância (α_{cob})	$\alpha < 0,5$	$\alpha < 0,5$	-	0,31	A
Parede	Transmitância (Upar) - CT ≤ 80 KJ/m²K	2,5W/m²K	2,5W/m²K	2,5W/m²K	-	-
	Transmitância (Upar) - CT > 80 KJ/m²K	3,7W/m²K	3,7W/m²K	3,7W/m²K	2,23	A
	Absortância (α_{par})	$\alpha < 0,5$	-	-	0,83	B

Desse modo, o nível máximo que poderá ser atingido pelo edifício é nível B.

OBS: O valor utilizado para o cálculo da absortância da cobertura foi de 0,25, como indica a Tabela B.2 da NBR 15.220. Esse valor é referente à “chapa de aço galvanizada nova brilhante”. Porém, sabe-se que a telha existente não é nova, mas como não foi encontrado na literatura um valor referente à chapa de aço galvanizada oxidada, optou-se por utilizar um valor respaldado em literatura.

2.1.1. Recomendações

- Recomenda-se que a laje técnica da cobertura seja pintada na cor branca e que a telha existente seja substituída por uma nova, ou que a sua pintura seja renovada na cor branca, para evitar que o nível do edifício seja reduzido pelo valor da absorvência de uma chapa de aço galvanizada oxidada.
- Recomenda-se que a cerâmica de cor preta da fachada seja substituída por uma de cor clara; ou que a parte da fachada que contém revestimento de cor preta seja coberta com a placa cimentícia, formando uma fachada ventilada; ou que esse revestimento escuro existente seja pintado em uma cor clara.

2.2. Determinação da Eficiência da Envoltória

A avaliação do indicador de consumo (IEnv) da envoltória resultou em nível A, mesmo considerando o fator solar do vidro incolor simples (FS: 0,87). O cálculo foi realizado em planilha e conferido no programa WebPrescritivo.

Localização		Dados Dimensionais da Edificação		Características das Aberturas	
☐ Zona Bioclimática ZB 8 ☒ Cidade Fortaleza CE		A_{TOT} 7422.08 m ² FA: 0.69	FS 0.87		
☒ Pré-requisitos		A_{PCOB} 5154.92 m ²	PAF_T 19.86 %		
U_{COB-AC} 1 W/(m ² K)	α_{COB} 0.76 %	A_{PE} 3711.04 m ²	PAF_O 11.57 %		
$U_{COB-ANC}$ 1 W/(m ² K)	CT_{PAR} 150 kJ/(m ² K)	V_{TOT} 38710.05 m ³ FF: 0.21	AVS 16.05 °		
U_{PAR} 2.23 W/(m ² K)	α_{PAR} 0.85 %	A_{ENV} 8000.71 m ²	AHS 4.32 °		
PAZ 0 %	FS 0				
Calcular Eficiência Limpar					
A					

2.3. Resultado da Avaliação da Envoltória

A envoltória ficou com **nível B**, por não ter atendido ao pré-requisito de absorvência da parede.

3. ILUMINAÇÃO

3.1. Como o sistema de iluminação é analisado?

A análise foi realizada segundo procedimentos estabelecidos nos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C - do Procel Edifica, tendo como objetivo a obtenção da Etiqueta PBE Edifica.

O RTQ-C propõe dois métodos para a avaliação do sistema de iluminação, sendo eles o método das atividades e o método de áreas. A escolha por um dos métodos depende, entre outras coisas, da quantidade de função que a edificação comporta. No caso em questão, será aplicado o método de áreas, pois o prédio apresenta uma única função: ser um prédio público incorporado na categoria “Prefeitura - Inst. Gov”, conforme tabela 4.1 do regulamento.

O procedimento de análise consta na contabilização da potência de iluminação instalada do edifício e na determinação das potências de iluminação limites para os níveis de eficiência A a D. Após levantamento das potências, é feita uma comparação entre a potência de iluminação instalada no edifício e as potências de iluminação limites calculadas para o mesmo edifício, segundo cada nível. Por exemplo, para a edificação ser caracterizada com Nível A, a potência de iluminação instalada tem que ser menor que a potência de iluminação limite encontrada para nível A.

Entretanto, isso não quer dizer que o resultado final da análise será este. É necessária a análise dos pré-requisitos em cada ambiente. Caso haja ambientes que não atendam a esses pré-requisitos, deve-se haver uma ponderação entre a potência instalada destes e seus respectivos níveis de eficiência e a potência instalada e o nível de eficiência encontrado para o sistema como um todo. Ao final dessa etapa o nível de eficiência energética do sistema é definido.

Observação: É importante salientar que ao longo da consultoria surgiu um questionamento acerca do ambiente externo “túnel”. Apesar do regulamento deixar claro que ambientes externos não fazem parte dos cálculos de potência instalada do edifício, há, no mesmo regulamento, uma exceção que inclui ambientes externos que apresentam grande potência instalada. Como o túnel tem uma área expressiva, e também apresenta uma quantidade de potência instalada significativa, este ambiente foi incorporado na análise, evitando-se surpresas futuras durante a inspeção de projeto realizada pelo OIA.

3.2. Determinação da eficiência pelo Método da Área do Edifício

Foi realizado o levantamento das potências de todos os ambientes internos e do ambiente externo túnel, encontrando assim o total de potência de iluminação instalada no

Edifício. O passo seguinte foi determinar as potências de iluminação limites para cada nível de eficiência. Para isso foi utilizada a tabela 4.1 do RTQ-C. Em seguida, comparou-se a potência instalada com as potências limites, conforme tabela abaixo.

Quantidade de Ambientes analisados	Potência Instalada Edifício Completo (W)	Potências Limites (W)			
		Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
260	54.755	72.986,96	84.045,59	95.104,22	106.162,85
Resultado parcial		NÍVEL A			

Tabela 1: Resumo da análise da potência de iluminação instalada.

3.3. Pré-requisitos

Como pode-se ver na tabela 2, os ambientes obtiveram nível C e A. Como existiram ambientes que não atenderam a todos os pré-requisitos, foi necessário realizar a ponderação citada no item 1 deste documento. Após ponderação o EqNumDPI final obtido foi de 4,24, ficando dentro do intervalo pertencente ao nível B (ver tabela 3). Dessa forma, o nível de eficiência A inicialmente obtido não poderá ser mantido e o edifício passará a ser nível B.

Ambientes	Quantidade	Potência Inst. (W)	Potência Inst. Total(W)	Ponderação	EqNum pré-requisitos	EqNUM DPI	NÍVEL
Nível C	11	20.747	54.755	0,38	3	4,24	B
Nível A	248	34.008		0,62	5		

Tabela 2: Resumo da análise dos pré-requisitos.

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

Tabela 3: Retirada do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C).

Esse resultado é justificado pelo ambiente “auditório”, que não conseguiu atender aos pré-requisitos de contribuição de luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação. Apesar de existirem outros ambientes que não atingiram todos os pré-requisitos, mesmo se todos eles passassem a atendê-los, menos o auditório, isso não seria o suficiente para o edifício ser nível A, continuando, portanto, com nível B.

3.4. Consideração

O projeto luminotécnico do túnel apresenta algumas diferenças em relação aos registros fotográficos desse ambiente. Primeiramente, a área onde foram dispostas as luminárias extrapola a área real do ambiente e, além disso, só foi identificado dois tipos de luminárias nas fotos, ao invés de 3 tipos de luminárias encontradas no projeto. Durante a análise do sistema de iluminação foram tomadas ações conforme a realidade do local. Entretanto, é necessário que seja realizado um “as built” neste ambiente, pois o OIA poderá exigir.

3.5. Conclusão

Para os ambientes analisados no projeto luminotécnico da nova sede do MPCE, a potência instalada total foi de 54.755W. Esse valor encontra-se abaixo da potência limite para o nível de eficiência A para o sistema de iluminação, que é, para essa edificação, de 72.986,96W. Assim, o edifício teve uma classificação inicial do sistema de iluminação correspondente ao nível A. Entretanto, após análise dos pré-requisitos, o edifício passou para nível B.

Resultado final: NÍVEL B

3.6. Recomendações

3.6.1. Auditório

Para que o nível de eficiência energética do sistema de iluminação suba de B para nível A, é preciso que as alterações sejam focadas no ambiente “auditório”. Assim, é necessário atender aos pré-requisitos de contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação. Portanto, é recomendado as seguintes modificações:

- Colocar a fileira de luminárias mais próxima às janelas em circuito separado para acionamento independente;
- Colocar um sistema de desligamento automático, de forma a evitar que após o uso, as luzes permaneçam acesas desnecessariamente. Opções do RTQ-C (p.39) :

- “um sistema automático com desligamento da iluminação em um horário pré-determinado. Deverá existir uma programação independente para um limite de área de até 2500 m²;
- ou um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes;
- ou um sinal de um outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.”

Observação: Foi identificado que o auditório apresenta muita potência de iluminação instalada, sendo no total 14.076W, com DPI (Densidade de Potência Instalada) de 23,11W/m² (DPI significativamente maior que o exigido no RTQ-C para nível A na mesma atividade, o qual é 8,50W/m²). Isso se deve ao uso de grande quantidade de lâmpadas não eficientes. Essa questão não influencia diretamente na classificação do nível de eficiência, porém identifica-se um ponto de sugestão para melhoria e redução do consumo energético. Com isso, fica apenas uma sugestão de:

- substituir as lâmpadas existentes no auditório por lâmpadas mais eficientes (lâmpadas LED).

3.6.2. Ambientes que não atingiram nível A nos pré-requisitos

A tabela a seguir mostra os ambientes que não atingiram a todos os pré-requisitos exigidos para o nível A e estabelece um plano de ação para cada ambiente. Lembrando que basta o auditório atender aos pré-requisitos para o sistema de iluminação ir para nível A.

Pavimento	Ambiente	Área (m ²)	Divisão dos circuitos	Contribuição de luz natural	Deslig. automático do sist. de iluminação	Nível de cada ambiente	Plano de Ação
Térreo	Circulação (sem nome na planta)	19,48	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	A luminária mais próximas da porta de vidro deve ser acionada em horário diferente das demais, a fim de proporcionar o aproveitamento da luz natural.

	Refeitório	119,17	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	A fileira próxima da luminária está em 2 circuitos separados. Mas entendemos que o regulamento fala que eles devem estar no mesmo circuito separado das demais.
	Túnel (amb. Externo)	406,34	Não se aplica	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	Colocar as luminárias da extremidade em circuitos separados das demais, a fim de aproveitar a luz natural
Superior	Órgãos Colegiados	232,46	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	Facilmente ajustável. Colocar as duas luminárias mais próximas da janela em circuito separado.
	Circulação	260,36	Não se aplica	NÃO	SIM	NÍVEL C	A luminária mais próximas da porta de vidro deve ser acionada em horário diferente das demais, a fim de proporcionar o aproveitamento da luz natural.
	Recepção/ Circulação	48,58	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	A luminária mais próximas da porta de vidro deve ser acionada em horário diferente das demais, a fim de proporcionar o aproveitamento da luz natural.

Procurador	15,1	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	Colocar as 3 luminárias (formando um L) próximas às janelas devem estar em mesmo circuito
Procurador	15,1	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	Colocar as 3 luminárias (formando um L) próximas às janelas devem estar em mesmo circuito.
Procurador	14,11	SIM	NÃO	Não se aplica	NÍVEL C	Colocar as 3 luminárias (formando um L) próximas às janelas devem estar em mesmo circuito
Auditório	608,84	Não se aplica	NÃO	NÃO	NÍVEL C	Colocar a fileira de luminárias mais próxima às janelas em circuito separado para acionamento independente; Colocar um sistema de desligamento automático, de forma a evitar que após o uso, as luzes permaneçam acesas desnecessariamente

Térreo e Superior	Circulação/ Rampa/Circulação	592,67	SIM	NÃO	SIM	NÍVEL C	A luminária mais próxima de cada porta de vidro das entradas devem ser acionada em horário diferente das demais, a fim de proporcionar o aproveitamento da luz natural. A fileira de luminárias mais próxima das janelas da rampa devem ser acionadas também em horário diferente das demais.
-------------------	------------------------------	--------	-----	-----	-----	---------	---

Tabela 4: Ambientes que não obtiveram nível A.

4. ARCONDICIONADO

4.1. Projeto

Para a realização deste estudo preliminar, foi levado em consideração os projetos de climatização executados pelo Eng. Mecânico Aderbal Araujo. Para o edifício do MPCE, foi projetado um sistema de expansão direta, utilizando condensadores *multiplesplit* com tecnologia VRF que utiliza compressores de alta eficiência e gás refrigerante ecológico R410A.

4.2. Pré-Requisito

De acordo o RTQ_C, existem dois pré-requisitos para o sistema de ar-condicionado: isolamento térmico e sistema de aquecimento artificial. No caso específico deste projeto, o pré-requisito específico se resume apenas ao isolamento térmico para tubulações (espessuras mínimas para tubulação do sistema de resfriamento e de aquecimento), tendo em vista que não foi observado sistemas de aquecimento artificial.

Caso este pré-requisito não seja atendido, a eficiência do sistema de ar condicionado não será nível A.

4.3. Isolamento Térmico

De acordo com o item 7.1.2 do Memorial Descritivo, verificou-se no projeto que a tubulação para o sistema de climatização do MPCE possui espessuras crescente de acordo com a localização da tubulação.

Verificou-se também que a tubulação receberá isolamento térmico por toda sua extensão sendo do tipo *Armstrong* ou *Armaflex* com coeficiente de transmissão de 0,038wat/k (à 0.°C) com espessura de 18 mm ou conforme tabela abaixo, o que for maior:

Ø dos Tubos		Locais Normais	Locais Úmidos	Locais Críticos
POL.	Milímetros	Líquido/Gás	Líquido/Gás	Líquido/Gás
1/4"	- 6,35mm	9mm	9mm	9mm
3/8"	- 9,52mm	12mm/18mm	14mm/19mm	14mm/25mm
1/2"	- 12,7mm	13mm/19mm	14mm/20mm	14mm/25mm
5/8"	- 15,88mm	13mm/20mm	15mm/22mm	14mm/25mm
3/4"	- 19,05mm	14mm/22mm	16mm/23mm	16mm/ 25mm
7/8"	- 22,20mm	23mm	25mm	32mm
1"	- 25,40mm	24mm	25mm	34mm
1.1/8"	- 28,58mm	24mm	26mm	35mm
1.1/4"	- 31,75mm	25mm	26mm	35mm
1.3/8"	- 34,93mm	25mm	27mm	36mm
1.1/2"	- 38,10mm	26mm	27mm	38mm
1.5/8"	- 41,28mm	27mm	28mm	38mm
1.3/4"	- 44,45mm	27mm	29mm	38mm

Conforme afirmado pelo Eng. Mecânico Aderbal Araújo, a faixa de temperatura do fluido está entre $4 < T < 16$ °C, com isto, verifica-se que a espessura do isolamento está dentro dos parâmetros a Tabela 5.2 (RTQ-C):

Tabela 5.2 Espessura mínima de isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração (água gelada, brine e refrigerante)**

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	< 25	25 a <40	40 a <100	100 a <200	≥ 200
$4 < T < 16$	0,032 a 0,040	24	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
$T < 4$	0,032 a 0,040	10	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0

Fonte: ASHRAE (2013) – ASHRAE Standard 90.1-2013.**

Conclusão: CONFORME. O isolamento das tubulações apresenta características e espessuras superiores aos valores mínimos exigidos para o nível A pelo RTQ-C.

4.4. Atendimento às Normas Técnicas

“As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar devem ser calculadas de acordo com normas e manuais de engenharia de aceitação geral pelos profissionais da área, como por exemplo, a última versão do *ASHRAE Handbook of Fundamentals* e a norma NBR 16401”.

Diagnóstico: Verificou-se que o projeto possui uma carga térmica de 472 TR's.

Conclusão: CONFORME. O projeto possui uma carga térmica de 472 TR's e foi calculada conforme a normas ASHRAE Handbook of Fundamentals e a norma NBR 16401. Os cálculos de carga térmica foram realizados conforme metodologia de aceitação internacional.

4.5. Determinação da Eficiência

A determinação do nível da eficiência do sistema de ar-condicionado contou com a análise das seguintes características: Carga térmica; Controle de temperatura por zona; Sistema de desligamento automático; Isolamento de zonas; e Controles e isolamento do sistema de ventilação.

4.6. Carga Térmica

“Se a carga térmica de pico da edificação for superior a 350 kW (100TR) o sistema de ar condicionado deverá ser central, exceto se comprovado que os sistemas individuais apresentam menor consumo”.

São considerados os sistemas de condicionamento de ar regulamentados pelo INMETRO: Condicionadores de Ar tipo Janela; e Condicionadores de Ar tipo Split. Os sistemas e aparelhos não enquadrados anteriormente serão classificados de acordo com os níveis e requisitos a seguir:

Para Nível A: “os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.4; os condicionadores de ar tipo VRF (Fluxo de Refrigerante Variável) devem atender aos requisitos mínimos de eficiência das Tabelas 5.4A e 5.4B; os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.5; os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.6 e todo o sistema de condicionamento de ar deve respeitar os requisitos estabelecidos nos itens 5.4.1 a 5.4.7, quando aplicável.”

As tabelas do RTQ-C estabelecidas para cada tipo de equipamento são listadas a seguir.

- Condicionadores de ar: o Níveis A e B – Tabela 5.4
- Condensadores e torres de arrefecimento: Níveis A,B e C – Tabela 5.6

Tabela 5.4A: Eficiência mínima de condicionadores de ar do tipo VRF que operam somente em refrigeração (sem ciclo reverso) para classificação no nível A

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar VRF com condensação a ar	< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3,81 SCOP	AHRI 1230
	≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,28 COP 3,84 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,22 COP 3,78 ICOP	
	≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	2,93 COP 3,40 ICOP	

Fonte: ASHRAE (2010) – ASHRAE Standard 90.1-2010

Tabela 5.6: Eficiência mínima de torres de resfriamento e condensadores para classificação nos níveis A e B e C

Tipo de equipamento	Subcategoria ou condição de classificação	Desempenho requerido	Procedimento de teste
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais de Circuito Aberto	Temperatura da água na entrada = 35 °C Temperatura da água na saída = 29 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 3,23 l/s-kW	CTI ATC-105 STD 201
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos de Circuito Aberto	Temperatura da água na entrada = 35 °C Temperatura da água na saída = 29 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 1,7 l/s-kW	
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais de Circuito Fechado	Temperatura da água na entrada = 39 °C Temperatura da água na saída = 32 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 1,18 l/s-kW	CTI ATC-105S STD 201
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos de Circuito Fechado	Temperatura da água na entrada = 39 °C Temperatura da água na saída = 32 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 0,59 l/s-kW	
Condensadores resfriados a ar	Temperatura de condensação = 52 °C Fluido de teste R-22 Temperatura de entrada do gás = 88 °C Sub-resfriamento = 8 °C TBS na entrada = 35 °C	≥ 69 COP	AHRI 460

Fonte: ASHRAE (2010) – ASHRAE Standard 90.1-2010.

Seguem os COPs do sistema de ar-condicionado do projeto:

EQUIPAMENTOS	CAPACIDADE (HP)	CAPACIDADE (KW)	E.E.R. (KW/KW)	PBE EDIFICA
C1/C2/C3/C4/C6/C8 /C9/C11/C12/C13	30	85	3,10	2,93
C5/C7	36	101,5	3,59	2,93
C10	18	50	4,00	3,22
UC14/UC15/UC16/ UC17/UC22	10	28	4,45	3,28
C18/C19	4	10,5	3,92	3,81
C20	8	25,2	4,75	3,28
C21	26	73,00	3,49	2,93
C22	38	106,5	3,51	2,93
UC23	5	3,95	3,54	3,81
UE1/UE2	-	140,68	3,12	2,87

Conclusão: CONFORME. Foi verificado que os COP's estão em conformidade com a eficiência mínima exigida no RTQ-C.

4.7. Controle de Temperatura por Zona

“O resfriamento de ar de cada zona térmica deverá ser individualmente controlado por termostatos respondendo à temperatura do ar da referida zona”.

“Cada zona térmica deverá ter sua temperatura controlada por um termostato, sendo que cada termostato deve atender a apenas uma zona térmica. Pode, entretanto, existir um termostato que controla um sistema perimetral que está inserido em duas ou mais zonas térmicas”.

Diagnóstico: De acordo com a análise do item 6.1.3 do Memorial Descritivo (ver abaixo), foi verificado que existe controle de temperatura por zona.

“Controles Remotos: Controles remotos deverão ser fornecidos para controle local e individual dos equipamentos. Esse controle deve ter como funções mínimas as seguintes; liga/desliga seleção de modo de operação, controle de temperatura, controle de velocidade do ventilador, bloqueio do controle e controle do posicionamento das aletas. O controle deve possuir um sensor de temperatura interno, que pode vir a ser usado para exercer funções de controle, quando necessário”.

Conclusão: CONFORME. Existe controle de temperatura através de termostatos dispostos nos ambientes.

4.8. Sistema de Desligamento Automático

“O sistema de desligamento automático tem finalidade de evitar que o sistema de condicionamento de ar funcione quando o edifício está desocupado. Todo o sistema de condicionamento de ar deve ser equipado com pelo menos um dos tipos abaixo:

- controles que podem acionar e desativar o sistema sob diferentes condições de rotina de operação, para sete tipos de dias diferentes por semana; capazes de reter a programação e ajustes durante a falta de energia por pelo menos 10 horas, incluindo um controle manual que permita a operação temporária do sistema por até duas horas;
- um sensor de ocupação que seja capaz de desligar o sistema quando nenhum ocupante é detectado por um período de até 30 minutos;
- um temporizador de acionamento manual capaz de ser ajustado para operar o sistema por até duas horas;
- integração com o sistema de segurança e alarmes da edificação que desligue o sistema de condicionamento de ar quando o sistema de segurança é ativado”.

Diagnóstico: Verificado no item 6.1.3 do Memorial Descritivo o seguinte sistema:

“- Controle ON/OFF automático de presença humana

Deverão ser fornecidos e interligados com cada unidade evaporadora, capaz de desligar as unidades a partir de um sensor infravermelho, modelo NIM09, fabricação MIDEA CARRIER”.

Conclusão: CONFORME. O sistema possui automação com programador horário que permite o desligamento automático do sistema. O Eng. Aderbal irá ajustar o Memorial Descritivo usando a mesma nomenclatura do RTQ-C.

4.9. Isolamento de Zonas

“Este requisito visa evitar que ocorra o suprimento de ar condicionado em grandes áreas não ocupadas durante o funcionamento do restante da edificação.

Sistemas de condicionamento de ar servindo diferentes zonas térmicas destinadas à operação ou ocupação não simultânea devem ser divididos em áreas isoladas. As zonas devem ser agrupadas em áreas isoladas que não ultrapassem 2.300 m² de área condicionada e não incluindo mais do que um pavimento.

Cada área isolada deve ser equipada com dispositivos de isolamento capazes de desativar automaticamente o suprimento de ar condicionado e ar externo, além do sistema de exaustão. Cada área isolada deve ser controlada independentemente por um dispositivo que atenda aos requisitos do item 5.4.3 (Sistema de desligamento automático).

Para sistemas de condicionamento central, os controles e dispositivos devem permitir a operação estável do sistema e equipamentos para qualquer período de tempo enquanto atendem à menor área isolada servida pelo sistema central.

Os sistemas VAV costumam apresentar uma vazão mínima por zona (em geral, 30% da vazão total para aquela zona). Assim, o projeto deve incluir um registro extra (damper) para bloquear a vazão mínima que entraria desnecessariamente na zona não ocupada.”

Diagnóstico: Verificado que o sistema utilizado é do tipo VRF multisplit e que atende ao isolamento de zonas descritos no requisito

Conclusões: CONFORME. Certificado que não existem zonas térmicas superiores a 2300m² e que nenhuma zona térmica inclua mais de um pavimento. Certificado que existem dispositivos de isolamento capazes de desativar automaticamente o suprimento de ar condicionado e ar externo, além do sistema de exaustão. O sistema atende ao isolamento de zonas descritos no requisito 5.4.4 do RTQ-C.

4.5. Controles e Dimensionamento do Sistema De Ventilação

Diagnóstico: Verificado que durante a análise junto com o Eng. Aderbal, os parâmetros de ventilação atendem aos requisitos da norma.

Conclusão: CONFORME. Os parâmetros do projeto atendem ao RTQ-C.

5. BONIFICAÇÕES

Iniciativas que aumentem a eficiência da edificação poderão receber até um ponto na classificação geral. Para tanto, essas iniciativas deverão ser justificadas e a economia gerada deve ser comprovada.

A pontuação adquirida através da implementação destas bonificações varia entre 0 e 1. Sendo: 0 quando não existe nenhum sistema complementar para o aumento da eficiência da edificação, e 1 quando uma das bonificações for implantada em sua totalidade, ou mais de uma bonificação for atendida parcialmente de forma complementar a alcançar 1

ponto. É possível a utilização de mais de um sistema implantados simultaneamente para se chegar a esta pontuação máxima.

Existem três estratégias para conseguir bonificações, são elas:

- uso racional de água: economia mínima de 40%;
- energia eólica ou painéis fotovoltaicos: economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício;
- sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, tais como iluminação natural, que comprovadamente aumentem a eficiência energética

da edificação, proporcionando uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica.

No caso específico no edifício do MPCE existe um potencial para se conseguir pontuação pelo uso racional da água e/ou por meio da instalação de painéis fotovoltaicos.

Mesmo os projetos enviados não apresentando as estratégias supracitadas, estruturamos abaixo os principais parâmetros que deverão seguir para se conseguir estas bonificações.

5.1. Uso Racional da Água

Os projetos deverão especificar a utilização de equipamentos racionalizadores de água, como torneira automática, descarga com duplo acionamento, utilização de água pluvial, entre outros. O RTQ-C estabelece como linha de base a tabela M2.2 abaixo. Desta forma, os equipamentos deverão especificados com vazões abaixo destes parâmetros:

Tabela M2.2 Consumo de água por padrão de uso de ocupação (comercial e hoteleiro)

Dispositivos comerciais, instalações e aplicações	Base corrente
Sanitários comerciais (vaso sanitário)	6,08 litros por descarga (lpd)* 1,70 litros por segundo (l/s) Exceto <i>válvula de descarga</i> 13,25 lpd
Mictório	3,80 lpd
Torneiras de lavatórios de sanitários comerciais	0,14 l/s a 413,70 kPa, somente para <i>aplicações especiais</i> (quartos de hóspedes de hotel ou motel, pacientes de hospital) 0,03 l/s a 413,70 kPa** para todos, exceto <i>aplicações especiais</i> 0,95 litros por ciclo por medição de torneiras
Válvulas de spray pré-enxague comerciais	Taxa de fluxo $\leq 0,10$ litros por segundo

Apenas para exemplificar, são sugeridos os seguintes fornecedores que possuem uma linha de louças e metais que irão contribuir com esta bonificação:

<u>os sanitário UHET-Ultra High Efficient Tecnology</u>  gua, modelo Stealth Round - - Cerâmica Branca – Código N7716R - Botão de acionamento cromado 0,8 Gpf - 3 litros por descarga 50% de economia	<u>Vaso sanitário a vácuo</u>  odelo Prestigie Toilet – Descarga a vácuo 1,2 litros por descarga 80% economia
--	---

<u>Chuveiro para vestiários</u>  inha Balance 6 – Chuveiro tubo teto – Cód 1956 C.TET – Vazão: 6 litros/min – 1,58 gpm 30% de economia	<u>Chuveiro para vestiários</u>  inha Balance 6 – Chuveiro tubo parede – Cód 1956 C.CT – Vazão: 6 litros/min – 1,58 gpm 30% de economia
--	---

<u>neira p/ serviços de limpeza</u>  linha Comfort Flex LEED - Cód. 00663906 : 5 litros/minuto – 1,32 gpm 37% de economia	
---	--

<u>Mictório</u>  ha Save - código M.718 – Não necessita descarga 100% de economia	<u>álvula para mictório embutida</u>  col linha DocolTronic LEED – Sensorizado Vazão: 6 lpf
---	---

5.2. Energia Solar Fotovoltaica

Energia eólica ou painéis fotovoltaicos devem proporcionar economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício.

6. CENÁRIOS

Pontuação Geral

O cenário atual do projeto de reforma para nova sede do MPCE indica Etiqueta Geral PBE Edifica nível A, mesmo tendo envoltória e o sistema de iluminação nível B e ar condicionado nível A. É importante salientar que a pontuação hoje é de 4,57, próximo da faixa considerada para o nível B ($\geq 3,5$ a $< 4,5$).

PONTUAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO - MPCE		
ETIQUETA PBE EDIFICA		
Equação		
$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b^1$		
Pontuação Total		
4,57		
Nível		
A		
Variáveis para Cálculo		
EqNumEnv	equivalente numérico da envoltória (considerando apenas o cumprimento do pré-requisito específico);	4
EqNumDPI	equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI - Densidade de Potência de Iluminação (considerando apenas o procedimento de determinação da eficiência – Método das Atividades);	4,24
EqNumCA	equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;	5
EqNumV	equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;	0
APT	área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;	1631,69
ANC	área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;	0
AC	área útil dos ambientes condicionados;	5386,64
AU	área útil;	6966,08
b	pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1.	0

Avaliação de Cenários

Foram realizados estudos de cenários para elevar a pontuação geral, a fim de promover uma margem de confiança e garantir ainda mais o nível A, bem como elevar a

pontuação do sistema de iluminação de nível B para nível A, como determina a Instrução Normativa nº2 de 4 de junho de 2014, nos casos de reforma de edifícios públicos.

Cenário mínimo exigido para iluminação

Ao elevar a pontuação do sistema de iluminação de nível B para nível A, por meio das recomendações definidas para o auditório, tem-se esse outro cenário para pontuação geral:

PONTUAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO - MPCE		
ETIQUETA PBE EDIFICA		
Equação		
$PT = 0,30 \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + \delta^1_0$		
Pontuação Total		
4,72		
Nível		
A		
Variáveis para Cálculo		
EqNumEnv	equivalente numérico da envoltória (considerando apenas o cumprimento do pré-requisito específico);	4
EqNumDPI	equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI - Densidade de Potência de Iluminação (considerando apenas o procedimento de determinação da eficiência – Método das Atividades);	4,76
EqNumCA	equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;	5
EqNumV	equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;	0
APT	área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;	1631,69
ANC	área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;	0
AC	área útil dos ambientes condicionados;	5386,64
AU	área útil;	6966,08
b	pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1.	0

Com isso, pode-se verificar que a pontuação geral passou de 4,57 (quase limite para ser nível B) para 4,72.

Cenário recomendado para iluminação

Como já citado na conclusão do sistema de iluminação, recomenda-se a alteração de projeto no sistema de iluminação, a fim de que todos os ambientes que não atenderam aos pré-requisitos passem a atendê-los, pois isso fará com que a pontuação do sistema individual da iluminação suba de 4,76 para 5 e a pontuação total do edifício passe de 4,72 para 4,79, garantindo uma maior margem de confiança:

PONTUAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO - MPCE		
ETIQUETA PBE EDIFICA		
Equação		
$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b^1$		
Pontuação Total		
4,79		
Nível		
A		
Variáveis para Cálculo		
EqNumEnv	equivalente numérico da envoltória (considerando apenas o cumprimento do pré-requisito específico);	4
EqNumDPI	equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI - Densidade de Potência de Iluminação (considerando apenas o procedimento de determinação da eficiência – Método das Atividades);	5
EqNumCA	equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;	5
EqNumV	equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;	0
APT	área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;	1631,69
ANC	área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;	0
AC	área útil dos ambientes condicionados;	5386,64
AU	área útil;	6966,08
b	pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1.	0

Cenário recomendado para pontuação geral do edifício

Considerando a bonificação como uma forma de reconhecer as boas práticas que a edificação pretende contemplar, além de garantir uma maior margem de confiança para pontuação geral, foi realizado o cenário considerando ganho de 1 ponto de bônus. Com isso, a pontuação geral subiu de 4,79 para 5,72, como pode ser conferido a seguir:

PONTUAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO - MPCE		
ETIQUETA PBE EDIFICA		
Equação		
$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b^1$		
Pontuação Total		
5,79		
Nível		
A		
Variáveis para Cálculo		
EqNumEnv	equivalente numérico da envoltória (considerando apenas o cumprimento do pré-requisito específico);	4
EqNumDPI	equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI - Densidade de Potência de Iluminação (considerando apenas o procedimento de determinação da eficiência – Método das Atividades);	5
EqNumCA	equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;	5
EqNumV	equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;	0
APT	área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;	1631,69
ANC	área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;	0
AC	área útil dos ambientes condicionados;	5386,64
AU	área útil;	6966,08
b	pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1.	1

7. CONCLUSÕES

- **Conclusão da envoltória:** A envoltória ficou com nível B, por não ter atendido ao pré-requisito de absorvância da parede.
- **Conclusão da iluminação:** O sistema foi classificado com nível B, devido ao não atendimento dos pré-requisitos em alguns ambientes, principalmente no ambiente “auditório”.

Recomenda-se o ajuste não apenas no auditório (principal motivo para o sistema ser B), mas também no restante dos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos. Pois, se estes passarem a atendê-los, a pontuação subirá ainda mais (de 4,76 para 5), garantindo uma boa margem de confiança *.

*É comum haver alguma diferença de interpretação por parte do OIA, fazendo com isso reflita na pontuação final do sistema.

- **Conclusão do ar condicionado:** O projeto de ar condicionado atende a todos os parâmetros da etiqueta com nível A.
- **Conclusão dos parâmetros legais:**

Após a análise da Instrução normativa n2 de 4 de junho de 2014 que dispõe sobre as regras para o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit*, além da análise do Decreto estadual n 31.723 de 12 de maio de 2015, que estabelece boas práticas de gestão e uso de água e de energia elétrica nos órgãos e entidades da administração pública estadual, chegou-se à conclusão que:

- a. A Instrução normativa exige que o edifício tenha nível A nos sistemas de iluminação e de ar-condicionado. Desta forma, como o diagnóstico já apresenta A em ar-condicionado, deve ser realizado os ajustes da iluminação para poder garantir também nível A em iluminação;
 - b. Com a afirmação supracitada conclui-se que, de acordo com a mesma Instrução normativa, não existe obrigatoriedade de a envoltória ser nível A;
 - c. recomendamos o uso das estratégias de uso racional de água tanto para pontuar nas bonificações, quanto pelas orientações do decreto estadual n 31.723 de 12 de maio de 2015.
- **Conclusão Geral:** Após a análise dos projetos enviados chegou-se à conclusão final que o projeto tem atualmente **nível A**, mesmo assim orienta-se atender às sugestões indicadas neste relatório para garantir uma maior margem de confiança, tendo em vista que possa ter pequenas diferenças entre a pontuação da consultoria e a pontuação estimada pela auditoria do OIA.