



## **INSTITUIÇÃO DE ENSINO TECNOLÓGICO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA EXPERIÊNCIA DE PROJETO BIOCLIMÁTICO EM MACEIÓ-AL**

**Ivson José da Silva Padilha (1); Isabela Cristina da Silva Passos (2)**

(1) Arquiteto e Urbanista, Centro Universitário Cesmac, ivsonpadilha@gmail.com

(2) MSc., Professora do Arquitetura e Urbanismo, isabela.arquitetura@gmail.com.

Curso de Arquitetura e Urbanismo. Centro Universitário Cesmac, Rua Cônego Machado, 918, Farol, Maceió-AL.CEP: 57051-160.

### **RESUMO**

O contexto atual da produção arquitetônica exige o desenvolvimento de projetos intimamente relacionados ao conceito de sustentabilidade, objetivando o aproveitamento máximo dos recursos naturais oferecidos pelo meio, bem como a mínima intervenção negativa sobre os recursos não renováveis. Em 2009, foi lançado no Brasil o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), publicado pelo INMETRO. O documento contém diretrizes para envoltória, sistemas de condicionamento artificial e de iluminação, a fim de classificar o nível de eficiência energética dos edifícios. Neste trabalho foi desenvolvido um anteprojeto arquitetônico de uma instituição de ensino tecnológico para construção civil baseada nos princípios da arquitetura bioclimática, visando à etiquetagem parcial da envoltória da edificação através do método prescritivo do RTQ-C. Em Maceió-AL, foram observadas duas edificações de instituições de ensino de nível técnico e profissionalizante com o intuito de destacar elementos arquitetônicos que influenciem diretamente o desempenho energético da edificação. Através destas etapas foi possível simplificar o sistema construtivo, especificar adequadamente os materiais do projeto e, por fim, obter um nível satisfatório de eficiência energética da envoltória. As etapas do projeto conduzidas pelo manuseio do RTQ-C e o alcance da classificação "A" do nível de eficiência energética da envoltória, contribuem para inserir esta prática no processo de projeto de arquitetura e na construção civil.

Palavras-chave: projeto de arquitetura, escola, eficiência energética.

### **ABSTRACT**

The current context of architectural production requires the development of projects closely related to the concept of sustainability, aiming the maximum use of natural resources and the minimum negative intervention on non-renewable resources. In 2009, was launched in Brazil the Technical Regulation on Quality Level for Energy Efficiency of Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C), published by INMETRO. The document contains guidelines for envelopment, conditioning systems and artificial lighting in order to classify the energy efficiency of buildings level. In this work, an educational institution for technological construction was designed, based on the principles of bioclimatic architecture, aiming to evaluate the building envelope through the prescriptive method of RTQ-C. In Maceió-AL, two educational institutions buildings were observed in order to highlight architectural elements that directly influence the energy performance of the building. Through these steps, it was possible to simplify the construction system, specify the appropriate building materials and, finally, reach a satisfactory level of energy efficiency of the building. The process of building design conducted by RTQ-C and the scope of "A" rating energy efficiency level of the envelope, contribute to include this practice in the process of building design and construction.

Keywords: building design, school, energy efficiency.

## **1. INTRODUÇÃO**

A cultura da produção imediata na construção civil muitas vezes estabelece resistência à aplicação de decisões voltadas a práticas sustentáveis nas etapas de projeto e execução, uma vez que representam um custo inicial mais alto por necessitar de uma mão de obra com qualificação específica. Essa barreira é consequência de uma forte carência desses profissionais no setor, visto que o trabalhador qualificado e apto para atuar neste mercado representa alta parcela da demanda e um elevado custo aos seus empregadores. No início do ano de 2011 a Confederação Nacional da Indústria (CNI) divulgou uma pesquisa relatando que essa carência afeta diretamente 69% das empresas envolvidas neste mercado, representando atualmente um dos maiores entraves para o melhor desenvolvimento do setor (RESENDE, 2011).

A carência de formação técnica dos profissionais envolvidos na mão de obra do setor, aliada à escassa experiência prática, dos estudantes da área, dificulta o processo de futuro diálogo na relação projeto-execução. Na construção civil essa escassez representa um custo significativo na execução do projeto, onerando a obra e restringindo o mercado aos poucos profissionais especializados.

Os dados do Balanço Energético do Estado de Alagoas, BEAL 2011, referentes à utilização de energia por setor, apontam um crescimento do consumo energético nos setores comercial e público (SEPLANDE, 2011). A redução da oferta energética e o crescimento constante da demanda por energia elétrica na indústria da construção civil impulsiona a proposta deste trabalho buscando antecipar os dispêndios energéticos excessivos provenientes do uso e manutenção da edificação.

A fase de concepção se destaca como a etapa mais decisiva no ciclo de vida de um edifício, especialmente no consumo energético e utilização de recursos das fases posteriores: execução e manutenção (COSTA, 2010). Diante desta problemática, a aplicação dos conceitos de arquitetura bioclimática e eficiência energética desde os estágios iniciais do processo projetual de uma edificação voltada ao ensino destaca-se como uma alternativa à conscientização de futuros profissionais inseridos no mercado. Segundo Gonçalves e Duarte (2006), o processo de projeto vem passando por diversas transformações que incluem “mudanças metodológicas e práticas, integrando as várias disciplinas interdependentes que estão envolvidas na concepção e na operação dos edifícios.”

Neste sentido, o presente artigo evidencia a influência da incorporação de estratégias bioclimáticas e aspectos apresentados pelo RTQ-C durante a concepção do projeto arquitetônico no nível de eficiência energética da envoltória da edificação, bem como os benefícios, de uma edificação eficiente e o diferencial que a etiquetagem da mesma pode oferecer ao projeto arquitetônico.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um anteprojeto arquitetônico de uma instituição de ensino tecnológico para construção civil baseada nos princípios da eficiência energética da edificação e a etiquetagem parcial da sua envoltória de acordo com o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), publicado pelo INMETRO em 2009.

## **3. MÉTODO**

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Análise dos aspectos construtivos de duas edificações de ensino tecnológico na cidade de Maceió, sob a ótica da eficiência energética.
2. Elaboração do anteprojeto arquitetônico da instituição de ensino tecnológico para a construção civil em função do comportamento térmico da edificação.
3. Avaliação do nível de eficiência energética da envoltória com base no RTQ-C

### **3.1. Análise dos aspectos construtivos de edificações**

A proposta desta etapa foi a observação do espaço físico das instituições e seu funcionamento, em especial os itens decisivos para o desempenho energético da edificação, como a presença de iluminação natural, o aproveitamento da ventilação natural pelas aberturas, o sombreamento das mesmas e os materiais utilizados.

A análise foi feita com base em visitas e preenchimento de fichas com dados referentes a cada edificação. As informações contidas nas fichas abordam descrição dos ambientes, os materiais empregados nas fachadas, cobertas e esquadrias, destacando a presença ou não de proteção solar nas faces do prédio, proporção das aberturas e a quantidade de áreas envidraçadas nas mesmas.

As edificações analisadas foram o campus do Instituto Federal de Alagoas e o Centro de Formação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de Alagoas, ambas localizadas no bairro Poço na cidade de Maceió. As informações obtidas possibilitaram a elaboração de um programa de necessidades satisfatório para nortear o desenvolvimento do anteprojeto deste trabalho.

### 3.2. Elaboração do anteprojeto arquitetônico da instituição de ensino tecnológico para a construção civil em função do comportamento térmico da edificação

Com base nas análises realizadas na etapa anterior, foi desenvolvido o projeto arquitetônico da instituição de ensino a partir da incorporação de estratégias bioclimáticas para melhor desempenho da edificação.

#### 3.2.1. Terreno e Entorno

O lote escolhido está situado no início da Av. Menino Marcelo, no bairro da Serraria, indicado na Figura 1. O terreno é resultante de um desmembramento do antigo espaço de eventos Metrópole Hall, com uma área total de 9.223 m<sup>2</sup>, pertencente à Zona de Expansão 2 (ZE-2), conforme o Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, que prevê uma taxa de ocupação máxima de 50% para projetos de área de ensino de caráter profissionalizante (SMCCU, 2007).

O terreno está situado no início de uma via de fluxo intenso, composta por lotes onde predomina o uso comercial e de serviço, nas edificações. A existência de um mercado diversificado e parcialmente direcionado ao setor da construção civil e o fluxo favorável aos meios de transporte coletivo viabilizam a implantação da proposta. Os parâmetros urbanísticos contidos no código limitam uma altura de até dois pavimentos para edificações na ZE-2, com recuo frontal de 10 metros, e 3 metros para lateral e fundo em projetos dessa categoria.



Figura 1 – Lote de implantação da proposta – Maceió – AL

#### 3.2.2. Análise bioclimática do terreno

Com o objetivo de obter uma melhor previsão da exposição à luz solar da envoltória a ser projetada, foi feito um estudo de insolação nos limites do lote, utilizando a carta solar de Maceió, para destacar quais áreas receberiam radiação mais intensa demandando proteção solar e as regiões de maior sombreamento, tendo em vista os ventos dominantes.

Na Figura 2, o uso da carta solar possibilitou a visualização da incidência sobre as duas faces da esquerda, sendo uma delas o maior lado do terreno, exposto à forte insolação. Percebe-se assim, a necessidade de mínima exposição solar no eixo oeste-leste e de provocar sombreamento na face norte do terreno, expondo as aberturas aos ventos Sudeste e Nordeste predominantes na cidade.

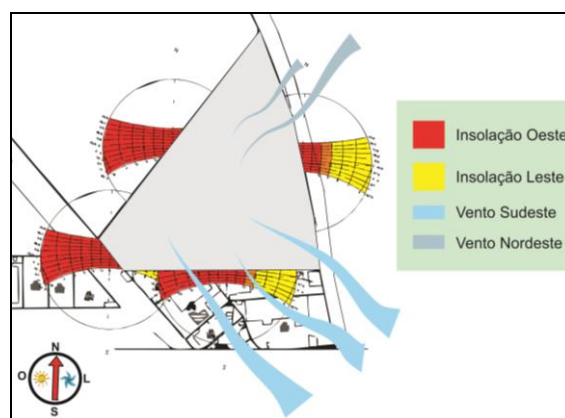


Figura 2 – Estudo de Insolação e Ventilação do Lote

#### 3.2.3. Programa de Necessidades e Dimensionamento

Utilizando os parâmetros da publicação Subsídios para Elaboração de Projetos e Adequações de Edificações Escolares (CORTEZ et al., 2002) do Ministério da Educação (MEC) e as diretrizes do Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (SMCCU, 2006), foi desenvolvido um programa de necessidades em função do público alvo da instituição. O programa está disposto em 5 tabelas, conforme a setorização contida na publicação do MEC (CORTEZ et al., 2002).

Tabela 1 - Setor de Ensino e Docência

Ambiente	Quantidade	Área [m <sup>2</sup> ]
Pátio	01	250,00
Sala de Aula	16	56,00
Sala de Uso Múltiplo	04	45,00
Laboratório de Informática	01	50,00
Salas de Trabalhos Manuais (Oficinas)	05	48,00
Sala da Coordenação	01	47,00
Sala dos Professores	01	47,00

Tabela 2 - Setor de Administração – Programa e Dimensionamento

Ambiente	Quantidade	Área [m <sup>2</sup> ]
Mezanino / Espera Geral	01	190,00
Secretaria	01	20,00
Sala do Diretor	01	30,00
Sala de Reunião	01	56,00
Almoxarifado	01	25,00

Tabela 3 - Setor de Recursos Didáticos – Programa e Dimensionamento

Ambiente	Quantidade	Área [m <sup>2</sup> ]
Auditório	01	100,00
Biblioteca	01	90,00
Sala de Vídeo	01	45,00

Tabela 4 - Setor de Alimentação – Programa e Dimensionamento

Ambiente	Quantidade	Área [m <sup>2</sup> ]
Cozinha	01	15,00
Despensa	01	8,00
Refeitório	01	60,00

Tabela 5 - Setor de Serviços Gerais – Programa e Dimensionamento

Ambiente	Quantidade	Área [m <sup>2</sup> ]
Acesso / Hall de Serviço	01	15,00
Vestiário Masculino	01	40,00
Vestiário Feminino	01	40,00
Vestiário Funcionários	01	20,00
Vestiário Funcionárias	01	20,00
Vestiário Masc. Tipo 01	01	20,00
Vestiário Fem. Tipo 01	01	20,00
Área de Serviço	01	8,00
Depósito de Equipamentos (DML)	01	5,00
Depósito Geral	01	45,00
Almoxarifado	01	25,00
Subestação	01	8,00
Gerador	01	8,00

### 3.3. Avaliação do nível de eficiência energética da envoltória com base no RTQ-C

Após a elaboração do projeto, foi realizada a análise da eficiência energética da envoltória do edifício segundo o método prescritivo proposto pelo RTQ-C. O método prescritivo consiste em um método simplificado que se baseia na análise de parâmetros para classificar a eficiência energética dos sistemas do edifício.

Para isto, foram calculadas as seguintes variáveis: área de projeção da cobertura, área de projeção do edifício, área da envoltória, volume da edificação, ângulos de sombreamento, percentual de abertura nas fachadas, área total, percentual de abertura zenital. Foram calculadas também as propriedades térmicas dos materiais especificados no projeto para a análise dos pré-requisitos da envoltória segundo o RTQ-C.

Depois do cálculo de todas as variáveis referentes ao sistema de envoltória, foi utilizada a ferramenta WebPrescritivo, do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, disponível no link: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>. Os dados obtidos são transferidos para a ferramenta a fim de calcular o nível de eficiência da envoltória (LABEEE, 2010). A ferramenta disponibiliza botões auxiliares ao lado de cada variável, contendo sua descrição segundo o RTQ-C e o procedimento de cálculo para obter cada um dos dados.



## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Análise dos aspectos construtivos de edificações

#### 4.1.1. Análise do Instituto Federal de Alagoas – IFAL

O Campus de Maceió do IFAL divide-se em oito blocos dentro de uma área aproximada de 44.000 m<sup>2</sup> (Tabela 6). Destes oito blocos dois foram escolhidos para uma observação mais específica: o administrativo e o de ensino, tendo o último sido objeto de estudo da ficha de análise da edificação.

Tabela 6 - Zoneamento dos Blocos com legenda – IFAL

Setor	Área [m <sup>2</sup> ]
Administrativo	1.348
Ensino	10.600
Informática	1.646
Mecânica	3.988
Eletrotécnica	1.660
Gráfica e Patrimônio	720
Construção Civil	710
Estrada	930




Figura 3 – Zoneamento dos Blocos – Campus Maceió

A fachada principal do bloco de ensino, e também de maior destaque da escola, possui corredores de circulação à frente das salas com 3 metros de largura funcionando como uma eficiente proteção solar para as esquadrias de seus respectivos pavimentos inferiores, explorando o conceito das varandas largamente utilizadas nas construções nordestinas como filtro para a radiação direta nas faces da edificação, acolhendo apenas a luz natural.



Figura 4 - Bloco de Ensino do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió



Figura 5 – Corte esquemático do Bloco de Ensino

Na face leste, posterior, as janelas captadoras dos ventos dominantes possibilitam a ventilação cruzada em todas as salas de aula. A solução desse conjunto, proteção solar e ventilação no interior traz um diferencial para a envoltória da edificação: as aberturas nas fachadas que abrigam áreas de permanência prolongada permanecem sombreadas apesar da exposição ao poente (Figuras 4 e 5).

Por outro lado, na cobertura do bloco de ensino e nos demais é utilizada a telha de fibrocimento. A opção contribui para o aumento da temperatura da cobertura devido à radiação intensa e ao baixo desempenho do material como isolante térmico, desaconselhável para o clima nordestino (HOLANDA, 1976).

#### 4.1.2. Análise do Centro de Formação do SENAI-AL

O núcleo do SENAI é composto pela conexão de dois blocos principais de ensino. O bloco da fachada

principal, identificado como bloco oeste, está voltado para a Av. Comendador Leão, e o bloco norte, para a Rua Pedro Américo. Na interseção desses dois blocos encontra-se o bloco administrativo fechando o bloco principal, complementado por mais quatro blocos secundários.

Tabela 7 - Zoneamento dos Blocos com legenda - SENAI

Setor	Área [m <sup>2</sup> ]
Administrativo	552
Ensino - Oeste	1.666
Ensino - Norte	3.800
Secretaria/Reprografia	83
Sala de Instrutores/Grêmio	126
Central de Alimentos	467
Biblioteca	301



Figura 6 – Zoneamento dos Blocos – SENAI  
Fonte: Adaptado do Google Earth

Na edificação, foi observada a predominância no uso de uma cor clara em todas as fachadas, variando do bege ao branco nas paredes e pilares, que permite a superfície refletir boa parte da radiação incidente e reduz o ganho de calor. Porém, não anula o prejuízo térmico causado pela ausência de proteção solar na fachada oeste que comporta boa parte das salas de aula. A utilização de vidro fumê nas esquadrias pode gerar ganho de calor solar e uma alta redução dessa luminosidade nas aberturas, representando índices de iluminação inadequados para a realização das atividades, sobrecarregando os sistemas de iluminação climatização artificial (MASCARÓ, 2010). O prédio repete a opção do campus do IFAL pelo telhado em fibrocimento, aumentando a capacidade de absorção de calor pela cobertura, outro aspecto negativo na envoltória.

#### 4.2. Elaboração do anteprojeto arquitetônico da instituição de ensino tecnológico para a construção civil em função do comportamento térmico da edificação

A intenção de aliar o conceito de eficiência energética a etapa de concepção do projeto, provocou o desenvolvimento de uma marca institucional com o nome de Centro de Eficiência Técnica e Construção (CETCON). Baseada em elementos diretamente ligados a eficiência energética e etiquetagem, o logotipo caracteriza a rotação de uma hélice inspirada nos aerogeradores, fazendo uso das cores da ENCE para indicar uma ascensão do nível de eficiência energética na construção civil (Figura 7).

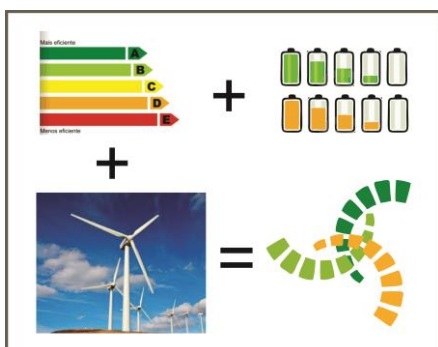


Figura 7 – Conceito da logomarca CETCON

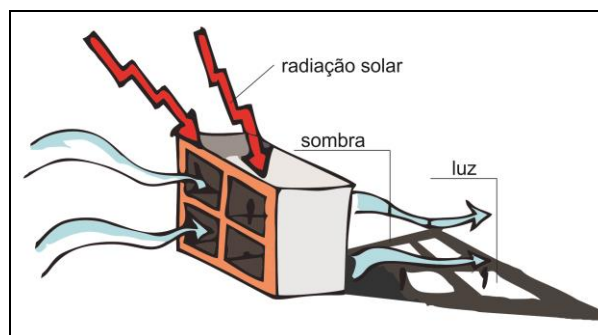


Figura 8 – Comportamento Térmico do Cobogó

No clima quente-úmido predominante em boa parte das cidades nordestinas, para que uma determinada edificação alcance um nível de conforto térmico satisfatório ao usuário, é necessário, como elemento básico, a proteção das aberturas das fachadas contra a intensa insolação durante o ano e o máximo aproveitamento da ventilação natural constante na região (HOLANDA, 1976).

Esse princípio norteou a escolha do cobogó sob a ação do sol e do vento, como elemento definidor do partido arquitetônico. A intenção foi aliar conceitos básicos da proposta, construção civil e eficiência energética, em um elemento que inspirasse o comportamento térmico da edificação, aplicando o desempenho

do cobogó em uma escala maior, a da envoltória do edifício. Deste modo, possibilitando a livre circulação do vento em todo o seu interior, filtrando a insolação direta e permitindo a captação da luz natural para os ambientes sem prejuízos térmicos ao edifício, como mostrado na figura 8.

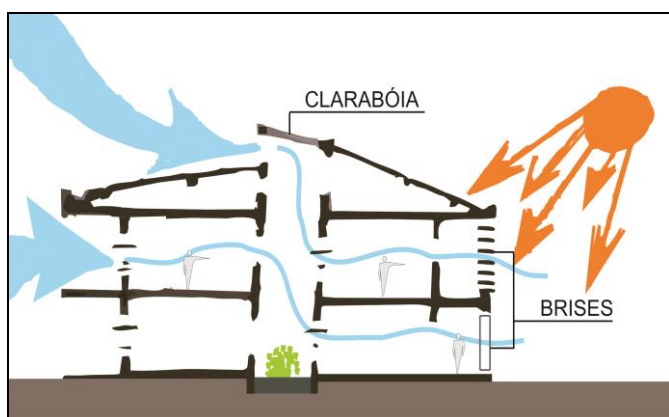


Figura 9 – Corte Transversal da Envoltória - Croqui Conceitual

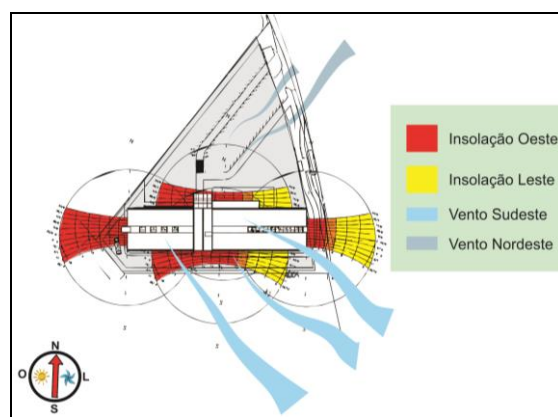


Figura 10 – CETCON – Estudo de Insolação e Ventilação

O projeto é composto por um único bloco longitudinal, orientado sobre o eixo leste-oeste, para obter aproveitamento máximo da ventilação natural e expor o mínimo de área de fachada à incidência intensa de radiação na face oeste. Na Figura 10 nota-se a aplicação da carta solar de Maceió nas faces do bloco.

Ainda na Figura 10, percebe-se a disposição das clarabóias no sentido longitudinal da coberta que permite a captação de luz natural durante todo o dia, devido à exposição proposital à rota do sol. Todas as aberturas zenitais possuem aberturas para o lado sul do bloco, para captar os ventos dominantes e permitir a ventilação cruzada na ala norte do bloco.

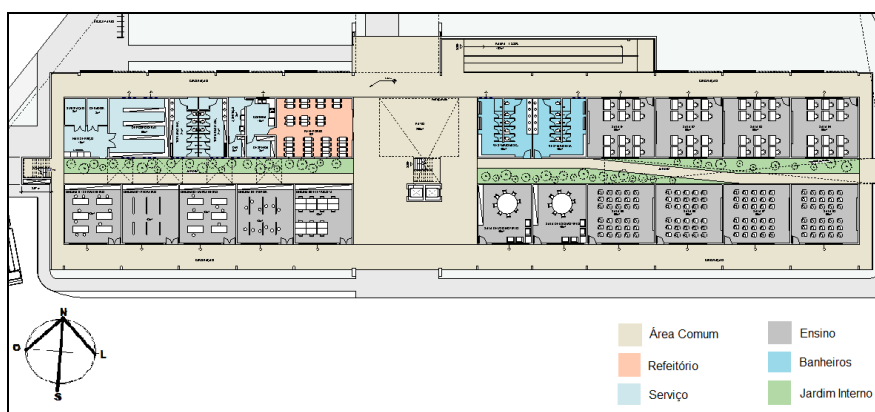


Figura 11 – CETCON – Planta Baixa do Pavimento Térreo

O bloco contém dois pavimentos totalizando 2.555,00m<sup>2</sup> de área construída, dividido em seu eixo oeste-leste por um jardim interno. O pavimento térreo é dividido no eixo norte-sul por um pátio central de acesso com 260,00m<sup>2</sup> e abriga na ala leste 8 salas de aula, 2 salas de uso múltiplo e 2 vestiários. Na ala oeste possui 5 oficinas para aulas práticas, um refeitório e um setor de serviço composto por: cozinha, despensa, área de serviço, depósito de material de limpeza, depósito geral, 2 vestiários para funcionários e um acesso de serviço com área para subestação, gerador e medidores (Figura 11).

No pavimento superior são reproduzidas na ala leste mais 8 salas de aula, somadas ao setor administrativo: secretaria, sala da direção, banheiro, sala de reunião, sala dos professores e sala da coordenação. O mezanino de acesso, extensão do pátio inferior, comunica-se com a ala oeste através de uma biblioteca de 95,00m<sup>2</sup> e um auditório de 105,00m<sup>2</sup>, somados a mais 2 vestiários, 2 salas de uso múltiplo, uma sala de vídeo, um laboratório de informática e um almoxarifado (Figura 12).

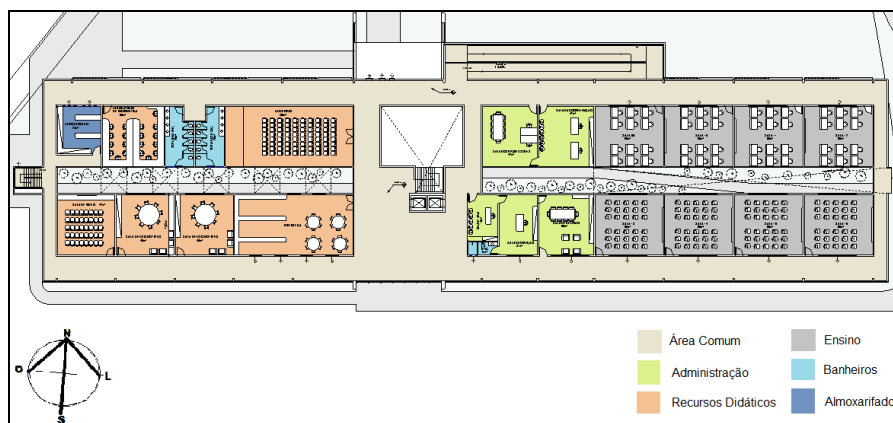


Figura 12 – CETCON – Planta Baixa do Pavimento Superior

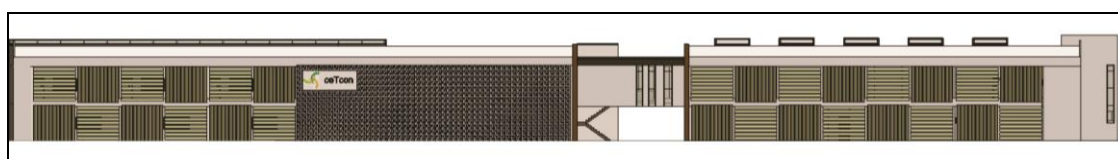


Figura 13 – CETCON – Fachada Norte

Na fachada norte, por ter quase 100 metros de extensão e estar exposta diariamente a uma grande parte da insolação, tomou-se partido da proteção solar como elemento definidor da fachada (Figura 13).

Para gerar sombreamento sem prejuízos a iluminação e ventilação natural, dois elementos se destacam: o brise e o cobogó. Do plano da fachada principal foi destacado um volume de rampa que compreende os dois pavimentos para sombrear o bloco das salas de aula, com fechamento do piso ao teto feito por cobogós, a fim de filtrar a incidência de luz e captar a ventilação. Ao longo da fachada foram dispostos brises móveis alternados em vertical e horizontal, numa modulação retangular de 3,30m por 3,90m, compondo uma malha na fachada para controlar a luz natural e permitir a circulação do vento no bloco.

O acesso está marcado por dois pórticos paralelos que interceptam transversalmente todo o prédio, apontando o norte da edificação no intuito de orientar o observador. A cor amarela foi escolhida em alusão a dois elementos da temática do projeto: a luz solar e a energia elétrica.

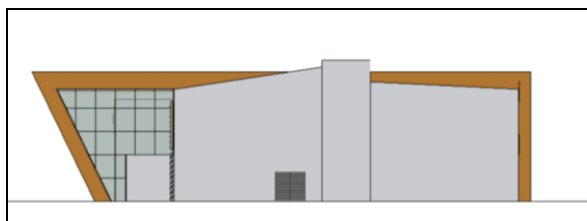


Figura 14 – CETCON – Fachada Oeste

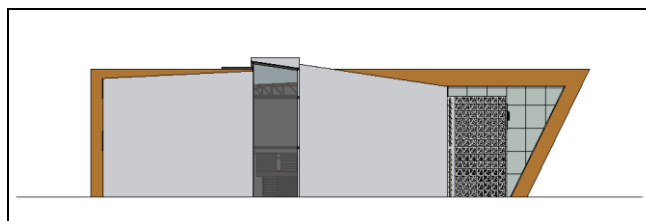


Figura 15 – CETCON – Fachada Leste

A fachada oeste, de maior exposição aos raios solares, contém o mínimo de aberturas possível, foram caracterizadas aberturas apenas as áreas na fachada compostas por materiais translúcidos que separam o ambiente interno, do exterior (BRASIL, 2009), para não haver prejuízo ao nível de eficiência energética.

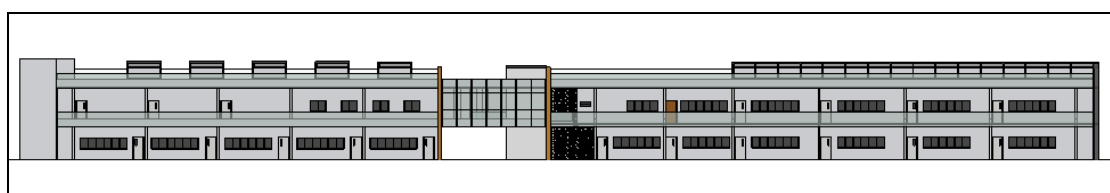


Figura 16 – CETCON – Fachada Sul

As aberturas na fachada sul buscam maximizar a captação da ventilação dominante do sudeste, somadas as aberturas presentes nas clarabóias, que funcionam como chaminés de vento.



### 4.3. Avaliação do nível de eficiência energética da envoltória com base no RTQ-C

#### 4.3.1. Análise dos pré-requisitos da envoltória

A cidade de Maceió pertence à ZB-8 (ABNT, 2005). Antes dos cálculos do Índice de Consumo da envoltória, o RTQ-C exige o atendimento dos pré-requisitos específicos: limites estabelecidos para a transmitância térmica, absorvância da superfície e iluminação zenital, de acordo com o nível de eficiência desejado (BRASIL, 2009).

Sendo assim, foram calculados os valores de absorvância e transmitância dos materiais especificados no projeto e comparados aos limites estabelecidos pelo RTQ-C. Nas paredes são considerados dois tipos de materiais, os que compõem a alvenaria e os brises. A alvenaria escolhida foi bloco de tijolo cerâmico de seis furos, com uma camada de 0,2 centímetros de gesso na face interior, argamassa e pintura externa na cor branca. O brise considerado para o cálculo é composto por perfil de aluzinc (aço revestido com alumínio) e o seu interior preenchido com poliuretano expandido.

Para o cálculo da absorvância final das paredes é feita a ponderação entre as áreas das superfícies que compõem a fachada e o coeficiente de absorvância dos respectivos materiais. Sendo 0,2 para a cor das paredes e 0,4 para a cor dos brise conforme NBR 15220. A absorvância encontrada para as paredes foi  $a_{paredes} = 0,25$ . A transmitância das paredes de alvenaria pintada é de  $2,02 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , segundo catálogo de propriedades do Labeee.

A cobertura é composta por telha metálica termo-isolante, preenchida com poliuretano expandido de 50mm de espessura, pintada na cor branca. Sendo a absorvância da cobertura ( $a_{coberta}$ ) igual a 0,2 e a transmitância do material igual a  $0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , segundo tabelas fornecidas pelo fabricante. Tanto os valores de transmitância quanto de absorvância atenderam os pré-requisitos exigidos pelo RTQ-C para o nível A de eficiência energética.

#### 4.3.2. Cálculo do IC

Após análise dos pré-requisitos foram calculados os parâmetros para o cálculo do Índice de Consumo da envoltória. Os resultados obtidos encontram-se na tabela a seguir.

Tabela 8 – Parâmetros do projeto para o cálculo do Índice de Consumo da envoltória.

Parâmetro	Resultado
Área Total	4.980,00 m <sup>2</sup>
Área de projeção do edifício	2.490,00m <sup>2</sup>
Área de projeção da cobertura	2.490,00m <sup>2</sup>
Volume total	17.056,00m <sup>3</sup>
Área da envoltória	4.227,00m <sup>2</sup>
Percentual de área de abertura na fachada Total (PAFT)	11%
Percentual de área de abertura na fachada Oeste (PAFO)	2%
Percentual de área de abertura Zenital (PAZ)	5%
Fator Solar	0,25
Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)	36,4°
Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)	8,6°

O resultado do cálculo do Índice de Consumo da envoltória do projeto atingiu a marca de 108,19 alcançando o nível A, máximo de eficiência energética para o sistema (Figura 17).

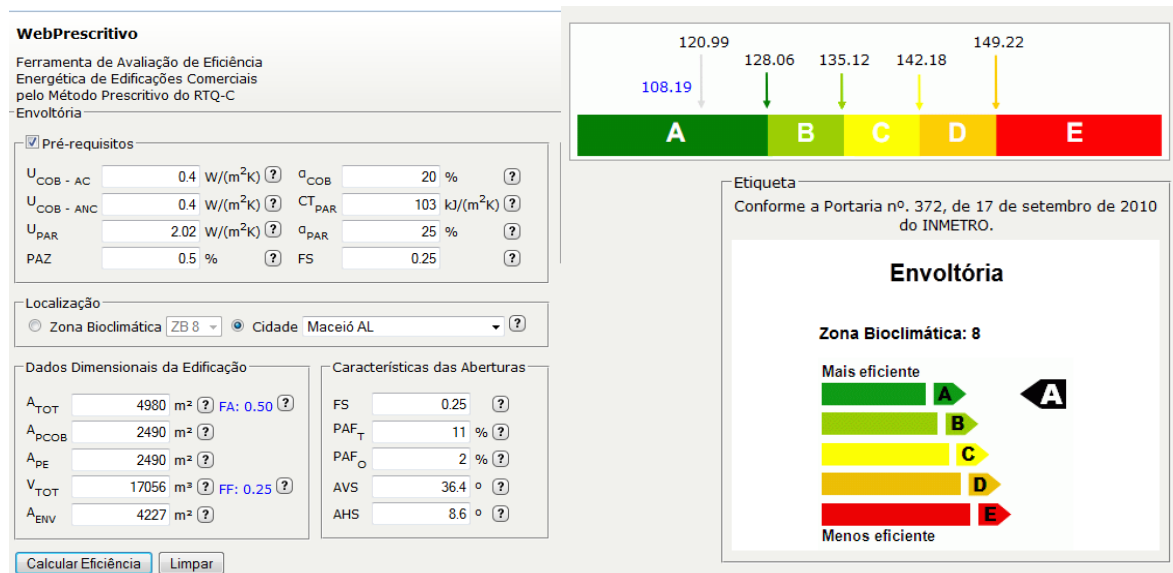


Figura 17 – Dados de entrada e dados de saída gerados pelo Webprescritivo.

## 5. CONCLUSÕES

O manuseio prático do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível da Eficiência Energética de edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) foi fundamental no processo de concepção do projeto, visando o desenvolvimento de uma envoltória que favoreceu a obtenção de um nível satisfatório de eficiência energética. A simplicidade do sistema construtivo do projeto, a adoção de estratégias bioclimáticas e as especificações dos materiais para as paredes, esquadrias e cobertura, favoreceram a classificação “A” da envoltória de acordo com o método prescritivo do RTQ-C. Este trabalho contribui para a desmistificação do abismo entre as soluções arquitetônicas eficientes do ponto de vista energético e o mercado da construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 53, de 27 de fevereiro de 2009**. Regulamento Técnico da Qualidade para a Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Brasília, DF, 2009.
- CORTEZ, R. V.; SILVA, M. B.; SOUZA, J. M. A. **Espaços Educativos. Ensino Fundamental. Subsídios para Elaboração de Projetos e Adequações de Edificações Escolares**. Brasília: FUNDESCOLA/MEC, 2002.
- COSTA, C. S. F. **Edifícios Verdes: Práticas Projectuais Orientadas para a Sustentabilidade**. Porto, 2010.
- GONCALVES, J. C. S. DUARTE, D. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. In: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006.
- HOLANDA, A. de; **Roteiro para construir no nordeste**. Recife, 1976
- LABEEE. **Manual de Aplicação dos Requisitos Técnicos da Qualidade – RTQ-C e Regulamento de Avaliação da Conformidade – RAC-C**.
- LABEEE. **WebPrescritivo: Ferramenta de Avaliação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais pelo Método Prescritivo do RTQ-C**. 2010. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>, acessado em 15/10/2012
- MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas**. 5ª Ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2010.
- RESENDE, T. **Falta de mão de obra qualificada prejudica 69% das empresas**. Folha de S. Paulo. São Paulo. 06/04/2011. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/898922-falta-de-mao-de-obra-qualificada-prejudica-69-das-empresas.shtml>, acessado em 14/10/2012
- SEPLANDE - Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico. **Balanco Energético do Estado de Alagoas 2011**. Maceió, 2011. Disponível em: <http://www.seplande.al.gov.br/energia-e-recursos-minerais/recursos-energeticos/balanco-energetico-de-alagoas>, acessado em: 26/10/2012
- SMCCU – **Superintendência Municipal de Controle do Convívio Urbano. Código de Urbanismo e Edificações de Maceió**. Maceió: [S.n.], 2007.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Alagoas e à Coordenação de Informações e Cartografia (CIC) da Superintendência Municipal de Controle de Convívio Urbano (SMCCU) pelos dados fornecidos.