

## ARQUITETURA ADAPTADA AO CLIMA: ANÁLISE COMPARATIVA DOS CENTROS DE ATENÇÃO INTEGRAL À CRIANÇA DE MACEIÓ

**Ana Márcia V. Costa (1); Gianna M. Barbirato (2)**

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo DEHA/FAU/UFAL, anamacia\_viana@hotmail.com.

(2) Doutora, Professora Adjunta da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, gmb@ctec.ufal.br Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Grupo de Estudos em Conforto Ambiental, Campus A. C. Simões, Tabuleiro do Martins - Maceió - AL, 57072-970, Tel: (82) 3214 1268.

### RESUMO

A discussão acerca da adaptação climática de edifícios assume grande importância frente à crescente preocupação em incrementar a eficiência energética à construção civil, evitando ao máximo o uso de sistemas de climatização e iluminação artificiais, com vistas à redução do desperdício de energia. Na medida em que o projeto arquitetônico se adapta ao meio ambiente natural é possível melhorar o conforto térmico dos espaços construídos. Dentro deste contexto, este trabalho realiza uma análise climática comparativa das três instituições de ensino do programa nacional CAIC (Centro de Atenção Integral à Criança) de mesma tipologia arquitetônica e implantadas em localidades distintas na cidade de Maceió. A metodologia baseou-se em discussão e análise qualitativa das estratégias projetuais das três unidades e síntese comparativa dos aspectos analisados. Os resultados mostraram aspectos desfavoráveis quanto à utilização de recursos naturais de ventilação e iluminação, e apontaram que as unidades estudadas poderiam ter apresentado melhor desempenho, quanto ao aspecto climático, se tivessem sido implantadas corretamente, com a adequada orientação em relação ao sol e ventos e se observado seu entorno próximo.

Palavras-chaves: 1. Análise climática; 2. Conforto ambiental 3. Escolas

### ABSTRACT

The discussion concerning the climatic adaptation of buildings assumes great importance front to the increasing concern in increment of energy-efficient strategies to the civil construction area, preventing the wastefulness in using artificial acclimatization systems, and for energy conservation purposes. If the architectural design is adapted to its natural environment is possible to improve the thermal comfort of the spaces. Thus, this work makes a comparative climatic analysis in three educational buildings, named CAIC (Center of Integral Attention to the Child) implanted in distinct localities in the city of Maceió, Alagoas. The methodology was based on qualitative analysis of the design strategies of the three studied units and on comparative synthesis of the analyzed aspects. The results had shown that there are unfavorable aspects in the use of natural acclimatization, mainly natural ventilation and illumination, and had pointed that the studied units could have presented better climatic performance, if they had been implanted correctly, with the adjusted orientation in relation to the sun and winds and if observed its local environment.

Key words: climatic analysis; environmental comfort; schools

## 1. INTRODUÇÃO

A obtenção de conforto térmico em uma arquitetura adaptada ao clima, principalmente em prédios públicos, promove a redução do desperdício de energia, diminuindo os investimentos do governo. Por outro lado, a forte tendência ao aumento do consumo energético devido às necessidades de obtenção de um conforto ambiental apropriado deve-se em grande parte das condições de inadequação dos edifícios.

Neste contexto, sabe-se que a edificação escolar é um equipamento de significativa importância no contexto social, cultural e econômico de um país, por proporcionar condições de ensino à população, além de abrigar funções sociais variadas, muitas vezes não contempladas no programa arquitetônico original do edifício escolar. (LABAKI; BARTHOLOMEI, 2001). Pela importância que assume, esse tipo de edificação deve prover condições favoráveis de conforto aos seus usuários, como condições de iluminação, umidade e temperaturas adequadas, ausência de ruído excessivo, entre outros fatores, para que não haja prejuízo ao desempenho escolar dos alunos, causando distúrbios de saúde.

Segundo CORBELLA (2003) é possível se projetar, hoje, com a tecnologia disponível no Brasil, uma arquitetura bioclimática, que funcione perfeitamente, integrada ao clima e à tradição local, e com baixo consumo de energia. Para que isso aconteça se faz necessário um estudo simples das condições climáticas do local em que será implantado o projeto arquitetônico.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar as soluções de projeto, quanto aos aspectos climáticos, de instituições escolares do Programa Nacional dos Centros de Atenção Integral à Criança - CAICs, de mesma tipologia arquitetônica, implantadas em localidades distintas da cidade de Maceió sua integração com o clima local, apresentando desta forma recomendações e princípios arquitetônicos que auxiliem futuros projetos utilizando os princípios que possibilitem ambientes mais confortáveis termicamente a fim de garantir uma melhoria no desempenho dos funcionários e alunos na realização das atividades escolares nas instituições selecionadas

## 3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Discussão das estratégias projetuais das três instituições escolares estudadas, através de análise qualitativa das unidades.
2. Síntese comparativa das análises anteriormente realizadas.
3. Recomendações de projeto para os casos observados.

### 3.1. Discussão das estratégias climáticas das três instituições escolares:

#### 3.1.1. Localização e características das unidades CAICs:

O projeto arquitetônico dos CAICs é de autoria do arquiteto João Figueiras Lima, o Lelé, adotando a pré-fabricação como modelo em todo o país, adaptando-o às mais diversas realidades geográficas, em uma solução de rápida construção. Poucas unidades foram construídas seguindo o projeto original. A função do programa CAIC era garantir educação integral para crianças de baixa renda mantendo-as dentro do ambiente escolar e promovendo cursos extracurriculares para buscar a inclusão social, além de oferecer aos alunos, professores e a comunidade, projetos sociais, culturais, esportivos, profissionalizantes entre outros serviços. Em 1995, os CAICs passaram para o domínio dos governos estaduais e municipais. A maioria não manteve a proposta inicial, apenas aproveitou a estrutura física para abrigar alunos no sistema convencional de educação.

As três instituições de ensino do programa nacional CAIC (Centro de Atenção Integral à Criança) existentes na cidade de Maceió (figura 1), são:

- a) **Escola Francisco Melo**, no bairro Trapiche da Barra (fig.2 );
- b) **Escola José Maria de Melo** no bairro do Benedito Bentes (fig. 3);
- c) **Escola Carmelita Gama** no bairro do Tabuleiro do Martins (fig.4).



Figura 01-Localização das unidades CAICs em Maceió.  
Fonte: GOOGLE MAPS.

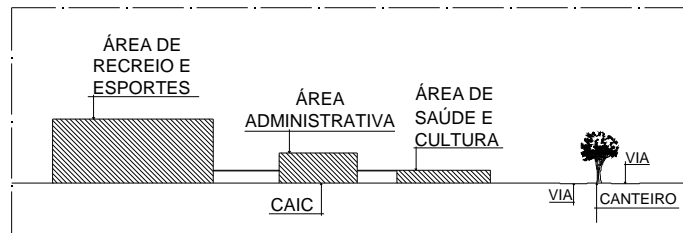


Figura 02 - Escola José Maria de Melo, bairro Benedito Bentes.

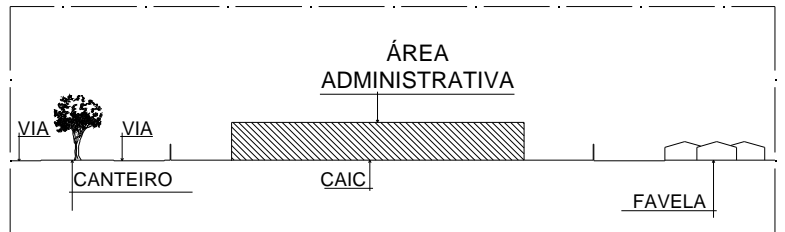


Figura 03-Escola Francisco Melo, bairro Trapiche da Barra

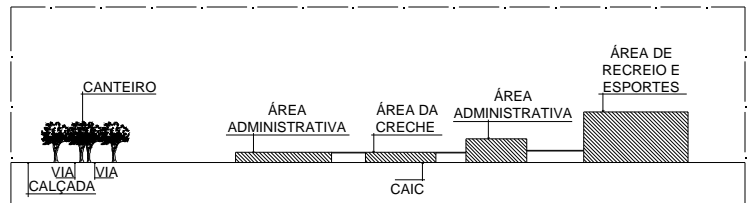
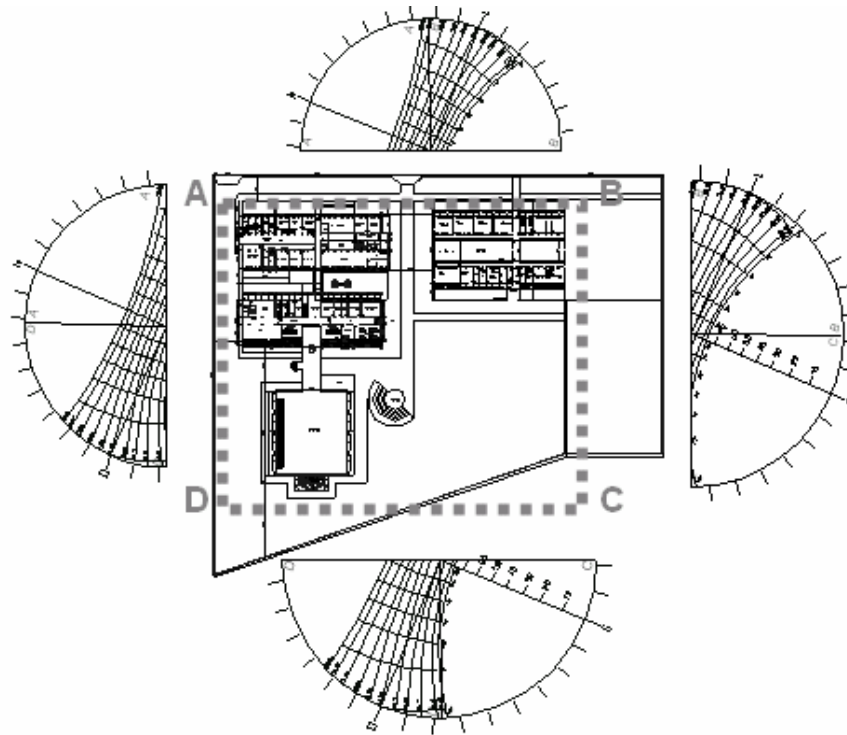


Figura 04 -Escola Carmelita Gama, bairro Tabuleiro do Martins.

### 3.1.2 – Análise qualitativa das unidades:

A análise das unidades foi realizada considerando-se os aspectos relativos ao entorno, implantação no terreno, orientação solar, ventos dominantes, solução em planta, materiais empregados, orientação e distribuição das aberturas e dispositivos de proteção solar, como exemplificam as figuras 5, 6, 7 e 8.



Fachadas	Solstício de Verão (S.V.)	Equinócio (E.Q.)	Solstício de Inverno (S.I.)
AB	Recebe sol do nascer até 11h30	Do nascer do sol até às 12h10	Do nascer do sol até 13h
BC	Recebe sol do nascer até às 15h	Do nascer do sol até às 10h50	Do nascer do sol às 6h30
DC	Recebe sol de 11h30 até o pôr-do-sol	De 12h10 até o pôr-do-sol	De 13h até o pôr-do-sol
AD	Recebe sol de 15h até o pôr-do-sol	De 10h50 até o pôr-do-sol	De 6h30 ao pôr-do-sol

Figura 05-Estudo de insolação das fachadas da Escola José Maria de Melo, no bairro do Benedito Bentes.

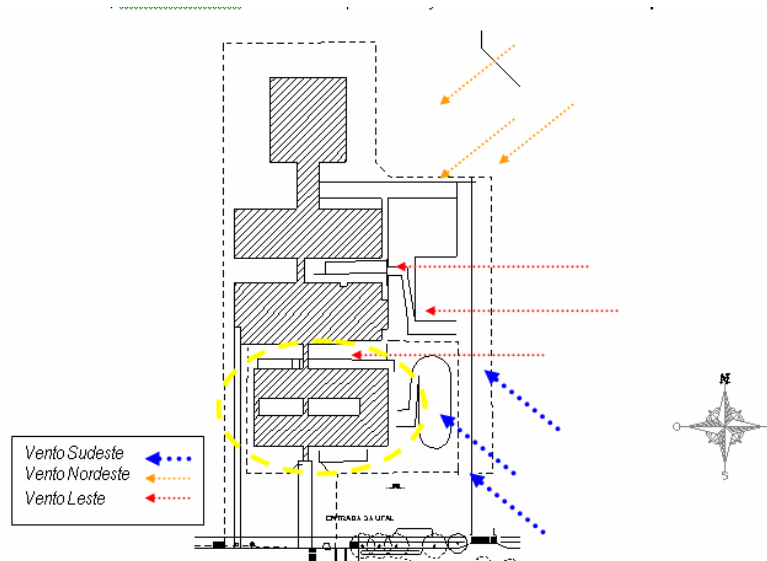


Figura 06- Estudo da ventilação natural na Escola da Carmelita Gama, no bairro do Tabuleiro.

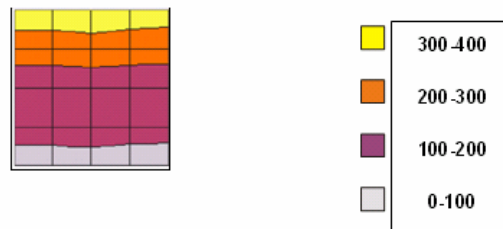


Figura 07 - Distribuição da iluminância (lux) nas salas de aula dos CAICs.  
Fonte: LUX 2.0(2005)

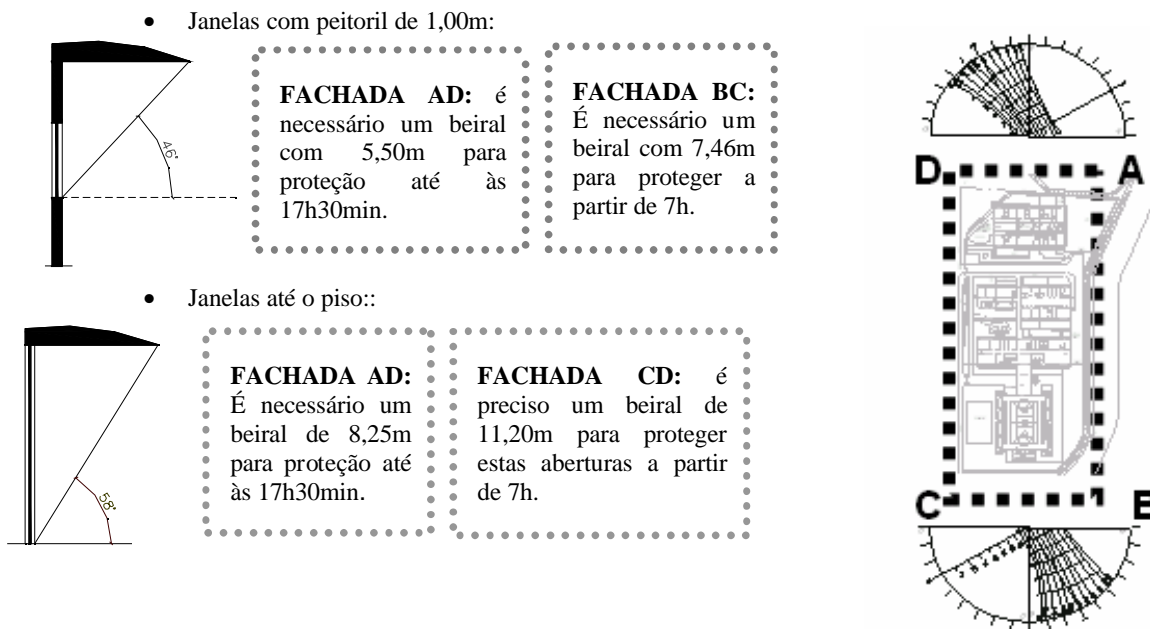


Figura 08- Estudo do dimensionamento de beirais para evitar a radiação solar direta nas aberturas do CAIC bairro Trapiche da Barra

### **3.1.3 - Entrevista informal com os usuários dos CAICs:**

Através de entrevistas com alguns usuários das três Unidades CAICs da cidade de Maceió percebe-se que é unânime a insatisfação quanto ao conforto térmico nas instituições estudadas. Apesar das escolas apresentarem grandes aberturas, estas não são suficientes para garantir boa luminosidade e ventilação natural no interior dos ambientes, fazendo com que os alunos, professores e funcionários achem que estes são bastante quentes e impróprios para o bem estar.

No caso do CAIC do Benedito Bentes, percebe-se que existe uma maior satisfação dos funcionários e alunos quanto à ventilação natural. O mesmo não ocorre com o CAIC do Trapiche da Barra, onde se usa permanentemente ventiladores de teto.

É notável na opinião da maior parte dos entrevistados, que esta insatisfação não só existe quanto ao aspecto do conforto térmico, esta se deve também a falta de manutenção na estrutura física das unidades. Há vazamentos espalhados pela rede hidráulica. A dilatação entre as placas de argamassa armada provoca infiltrações crônicas. O projeto arquitetônico prevê a impermeabilização anual das estruturas, limpeza de calhas, tratamento contra ferrugem nas esquadrias e revisões periódicas nas redes hidráulica e elétrica e isso nem sempre é realizado.

## **4. ANÁLISE DE RESULTADOS**

A análise das unidades mostrou aspectos desfavoráveis sob o ponto de vista do conforto térmico e lumínico, em especial quanto à utilização de recursos naturais de ventilação e iluminação, o que certamente acarreta problemas quanto ao consumo energético das edificações e gerando, conseqüentemente, a insatisfação de alunos, professores e funcionários.

Observou-se que os CAICs, apesar de serem construções bastante semelhantes, do ponto de vista arquitetônico, ao serem analisadas apresentaram diferente comportamento térmico, face às distintas condições de exposição. O CAIC do Benedito Bentes apresenta-se mais exposto à radiação solar, incidente nas fachadas de maior comprimento. Por outro lado, tira partido dos ventos dominantes, principalmente o Leste. O CAIC do Trapiche da Barra apresentou-se menos favorecido pelos ventos dominantes da região.

Quanto à eficiência dos dispositivos de proteção solar, como os beirais, foi verificado que em nenhum dos três CAICs, há proteção suficiente das aberturas da radiação solar direta, tanto quando estas possuem peitoril de 1m ou quando estas são até o piso, o que mostra a necessidade de que sejam utilizados beirais maiores.

Quanto à orientação e distribuição das aberturas, as janelas pivotantes dos CAICs atendem às exigências de área mínima recomendada pela NBR15575 (ABNT, 2008). Quanto à iluminação natural apenas o berçário atende aos níveis de iluminância exigido pela NBR5413 (1992), sendo necessário o uso de sistema de iluminação artificial complementar.

#### 4.1. Quadro Comparativo das Análises:

Aspectos Analisados	Escola Francisco Melo, no bairro Trapiche da Barra.	Escola José Maria de Melo no bairro do Benedito Bentes.	Escola Carmelita Gama no bairro do Tabuleiro.
<i>Entorno</i>	Poucas edificações e vegetação de grande e médio porte, por isso não permitem sombreamento ou amenização térmica, mas favorecem a circulação dos ventos.		Poucas edificações, porém algumas vegetações de médio porte no acesso principal. Permitem sombreamento para os transeuntes apenas neste local.
<i>Implantação no terreno</i>	Forma alongada composta de vários blocos bem distribuídos de maneira paralela, com 9m de distância uns dos outros.		
<i>Orientação solar em relação ao Norte verdadeiro</i>	A temperatura interna do ar nos ambientes é bastante elevada, causando insatisfação em 95% dos usuários quanto ao conforto térmico.		
	Norte a 54°	Leste-Oeste. Necessita de maior quantidade de carga térmica se for utilizado sistema de climatização artificial	Norte-Sul
<i>Ventos dominantes na fachada de maior comprimento dos blocos</i>	Sudeste e Nordeste. Uso de captadores de ar nos blocos, favorecidos pelos ventos do Sudeste.	Sudeste, Nordeste e principalmente Leste. Uso de Os captadores que favorecem o vento a passagem dos ventos dominantes para o interior dos ambientes.	Leste. Uso de captadores de ar alternados em posicionamento
<i>Geometria ótima</i>	Os blocos não possuem as proporções recomendadas para garantir diminuição do ganho de calor.	Os blocos não possuem as proporções recomendadas para garantir diminuição do ganho de calor.	Apenas o pavimento térreo possui a proporção recomendada para garantir $\theta$ diminuição do ganho de calor.
<i>Solução em planta</i>	Formas simples, rapidez na execução já que se baseia em modelos pré-moldados e na funcionalidade dos espaços. Blocos independentes com áreas de uso bem definidas, como: administrativa, recreio e esportes, salas de aula, creche, área de serviço e de saúde e cultura.		
<i>Materiais empregados</i>	Estrutura pré-moldada em Argamassa armada. Cobertura da quadra poliesportiva em acrílica. Predominância de uso de materiais opacos nas fachadas.	Estrutura pré-moldada em Argamassa armada. Cobertura da quadra poliesportiva em telha amianto e acrílica. Predominância de uso de materiais opacos nas fachadas.	Estrutura pré-moldada em Argamassa armada. Cobertura da quadra poliesportiva em acrílica. Predominância de uso de materiais opacos nas fachadas.
<i>Orientação e distribuição das aberturas</i>	Uso de janelas pivotantes em toda a edificação. Grandes aberturas que atendem a área mínima exigida pela NBR15575 (ABNT, 2008). Quanto à iluminação natural apenas o berçário atende aos níveis de iluminância exigido pela NBR5413 (ABNT, 1992), sendo necessário o uso de sistema de iluminação artificial.		
<i>Dispositivo de proteção solar</i>	Uso de cobogós e beirais de 1.90m em todas as aberturas nas fachadas de maior comprimento insuficientes para proteção adequada.		
<i>Eficiência energética</i>	As estratégias de iluminação e ventilação por meios naturais não garantem o conforto térmico e lumínico dos usuários, sendo necessário o uso de sistemas artificiais de resfriamento e iluminação artificial complementares.		

Figura 09 Quadro comparativo das análises efetuadas nas unidades.

#### 4.2-Quadro síntese das análises efetuadas:

O quadro síntese da figura 10 mostra, para cada aspecto analisado, como cada uma das unidades CAICs da cidade de Maceió podem ser conceituados quanto aos seguintes critérios:

J - BOM; K- REGULAR; L- RUIM.

Aspectos Analisados	Escola Francisco Melo, no bairro Trapiche da Barra.	Escola José Maria de Melo, no bairro do Benedito Bentes.	Escola Carmelita Gama, no bairro do Tabuleiro.
<i>Entorno</i>	K	K	J
<i>Implantação no terreno</i>	J	J	J
<i>Orientação solar</i>	K	L	K
<i>Ventos dominantes na fachada de maior comprimento dos blocos</i>	K	J	L
<i>Solução em planta</i>	J	J	J
<i>Materiais empregados</i>	K	K	K
<i>Orientação e distribuição das aberturas</i>	K	K	K
<i>Dispositivo de proteção solar</i>	L	L	L
<i>Eficiência energética</i>	L	L	L
<i>Eficiência dos captadores de ar</i>	K	J	K
<i>Satisfação dos usuários</i>	L	L	L
<i>Geometria ótima</i>	L	L	K

Figura 10 - Quadro síntese das análises efetuadas

Dessa forma, o CAIC do Benedito Bentes teve mais aspectos considerados bons, porém também teve mais aspectos considerados ruins. O CAIC que pode ser considerado o que teve melhores resultados foi o do bairro Tabuleiro dos Martins (três aspectos considerados bons e cinco considerados regulares), seguido do CAIC do Trapiche da Barra. (dois aspectos considerados bons e seis aspectos considerados regulares).

Diante dos resultados obtidos, sugerem-se as seguintes recomendações:

§ Para os ambientes das salas de aula, sala dos professores e do auditório que não apresentaram iluminação natural suficiente que garanta a adequada iluminação para o desenvolvimento das atividades as quais estes espaços foram destinados, faz-se necessário: a) a captação mais eficiente da iluminação natural para esses espaços, quer seja com aumento de superfícies envidraçadas sombreadas, uso de prateleiras de luz ou outros recursos de iluminação natural; b) o uso de iluminação artificial complementar, para os casos onde não é possível o incremento de iluminação



natural, com dispositivos de controle automático do nível da luz, ou circuitos independentes para acionamento de lâmpadas para garantir o uso de energia elétrica apenas quando necessário;

- § Apesar de os captadores de ar constituir-se em uma estratégia bioclimática interessante para o clima quente e úmido, foi verificado que nem em todos os CAICs, estes são bem posicionados quanto à orientação, o que poderia ser analisado de maneira a garantir o aproveitamento da circulação dos ventos dominantes para o interior dos ambientes das edificações, de acordo com a orientação da edificação;
- § Quanto à orientação e distribuição das aberturas, apesar de serem estas grandes janelas pivotantes verticais móveis, percebeu-se que estas nem sempre favorecem a circulação dos ventos dominantes, o que poderia ter sido levado em consideração ao posicionar os blocos, como é o caso do CAIC do Trapiche da Barra;
- § A exposição das aberturas à radiação solar direta é intensa, os beirais de 1.90m utilizados não são suficientes para protegê-las o que torna necessário o aumento destes dispositivos para a dimensão mínima de 5,00m, ou a adoção de dispositivos verticais para fachadas mais desprotegidas. Também se pode fazer uso de *brises-soleil* afastados das fachadas da edificação, substituindo as janelas pivotantes verticais, o que dificultaria assim o excesso de incidência de luz direta e possível desconforto visual por ofuscamento.
- § A arborização no entorno das instituições estudadas, com árvores altas e de copas densa, como: craibeira, ipês, mangueiras, enfim, árvores que são nativas ou que têm boa adaptação à região, trariam melhorias não só no sombreamento que poderia proporcionar aos blocos, se estas fossem localizadas nas áreas onde as fachadas recebem maior radiação solar direta, como também protegeria os transeuntes com espaços externos sombreados.

## 5. CONCLUSÕES

Observou-se que os projetos arquitetônicos dos Centros de Atenção Integral à Criança (CAIC) mostram-se bastante criativos e racionais, sob o aspecto construtivo. Para os casos em estudo, as unidades poderiam ter apresentado melhor desempenho quanto aos aspectos climáticos se tivessem sido implantadas corretamente, com a adequada orientação para o sol e ventos estudando o entorno em cada caso, e os condicionantes ambientais.

Enfim, é de fundamental importância que os ambientes de edificações escolares apresentem condições satisfatórias para o desempenho das atividades desenvolvidas pelos usuários, seguindo os princípios da arquitetura bioclimática e aproveitando ao máximo as condições naturais do lugar. Esta atitude favorece a todos, à medida que o projeto dessa forma pode garantir eficiência energética, através de um menor consumo de energia, e os seus usuários podem desenvolver suas atividades em uma arquitetura que responde as suas necessidades de conforto.

Atualmente, é notável a importância das discussões acerca da eficiência energética nas construções, em especial a de escolas, para que se possa racionalizar o consumo de energia, através de medidas, normas e leis que promovam a concepção de espaços habitados com a utilização de recursos naturais de climatização. Esta postura é imposta hoje pelas necessidades econômicas que apóiam a conservação de energia nas edificações, e a relevância do tema face ao seu potencial de impacto tecnológico, social e ambiental.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220 Desempenho térmico de edificações (partes 1, 2, 3, 4 e 5). Rio de Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. NBR 15575 Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho (partes 1,4 e 5), 2008.
- \_\_\_\_\_. NBR 5413 Iluminância de Interiores, Rio de Janeiro, 1992.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christina; Introdução à Ventilação Natural; 2ª edição; ver. E ampl.; Maceió; EDUFAL; 2006.
- BITTENCOURT, Leonardo; Uso de cartas solares, Diretrizes para arquitetos; Maceió; EDUFAL; 2004.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável . Rio de Janeiro, Ed. Revan., 2003.
- COSTA, A. M. V. da; Arquitetura Adaptada ao Clima: Análise comparativa dos Centros de Atenção Integral à Criança de Maceió; Monografia - Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas; 2008.
- DUTRA, L.; LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. Eficiência energética na arquitetura. Ed. PW, 2ªedição. São Paulo, 2004.
- FERREIRA, D, B., A Contribuição da luz natural para a sustentabilidade dos ambientes construídos: o caso das escolas em climas quentes úmidos. Dissertação de Mestrado Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente -PRODEMA da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, Maceió, 2004, 279 p.
- HERTZ, John B.; Ecotécnicas em Arquitetura; Como Projetar nos trópicos úmidos do Brasil; São Paulo; Pioneira; 1998.
- LABAKI, L. C. ; BARTHOLOMEI, C. L. B. Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública, Campinas, SP. In: ENCAC 2001 - VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído, Anais , 2001, São Pedro, SP, novembro de 2001.

LABEEE; ProceLEDIFICA: Regulamentação para Etiquetação Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/reg.etiquetagem.voluntaria.html>>, acesso em 10 abril 2008.

LUX 2.0 (2005). Programa desenvolvido pela Profa. Márcia Peinado Alucci, Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LABAUT), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). Disponível em: < <http://www.fau.usp.br>>. Acesso em: 10 out. 2008.

OLGYAY, V. Arquitetura y clima – manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona, Ed. Gustavo gili S.A. 1998.

SABATELLA, Roberto Adam; Princípios do Ecoedifício: Interação entre ecologia, consciência e edifício; Editora Aquariana; São Paulo,2001.