



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS NO PROCESSO PROJETUAL DO CENTRO CULTURAL AUGUSTO SEVERO (NATAL/ RN): VENCEDOR DA BIENAL AROZTEGUI 2009

**Clara O. de M. Rodrigues(1); Débora N. Pinto (2); Jefferson A. Damasceno(3); Karen
A. Pinto(4); Leonardo J. B. Cunha(5);**

- (1) Departamento de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil – e-mail:
claraovidio@gmail.com
- (2) Departamento de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil – e-mail:
deboranpinto@gmail.com
- (3) Departamento de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil – e-mail:
jeffersonarruda@yahoo.com.br
- (4) Departamento de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil – e-mail:
krenalvares@yahoo.com.br
- (5) Departamento de Arquitetura – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil – e-mail:
leonardo_cunha83@yahoo.com.br

RESUMO

O trabalho apresenta o processo de concepção do projeto para o “Centro Cultural de Aviação Augusto Severo”, vencedor do Concurso Estudantil Latino-Americano de Arquitetura Bioclimática “Bienal José Miguel Aroztegui - 2009”. A proposta está pautada pelo resgate histórico do sítio da Fundação Rampa, localizado na cidade do Natal/ RN, e foi baseada em estratégias bioclimáticas de condicionamento passivo para atender as exigências de conforto e a eficiência energética. A temática “Centro Cultural”, eleita pela comissão organizadora do concurso, ofereceu a oportunidade de reflexão sobre a minimização do impacto ambiental em edificações que fazem o uso parcial de condicionamento artificial. O diferencial do projeto está, em primeiro lugar, na avaliação de estratégias bioclimáticas reconhecidas através de softwares de iluminação (relux e suntool), de ventilação (CFX), de simulação de consumo energético e de temperatura operativa (DesignBuilder), além da aplicação do “Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos – PROCEL EDIFICA”; em segundo lugar, na utilização de uma teoria projetual capaz de agregar valor a propostas arquitetônicas pela sua carga epistemológica construída a partir de conceitos específicos da área da Arquitetura que oferece ao projetista a capacidade de melhor dominar seu processo projetual, estimulando processos criativos não-convencionais: A teoria Arquitetrológica de Philippe Boudon (2000). Dessa maneira, os esboços feitos nas fases iniciais da concepção foram balizados por ferramentas de simulação computacional, que avaliaram o impacto das estratégias projetuais adotadas, selecionando as alternativas que melhor equilibraram as recomendações de conforto, os aspectos estéticos e a integração com o entorno histórico. Objetivou-se conceber uma envoltória que funcionasse como um filtro minimizador das cargas térmicas, mesmo fazendo uso da iluminação e ventilação naturais. A proposta final resultou em três edificações - uma, fruto de reuso e duas novas intervenções - integradas por uma proposta paisagística que também seguiu princípios bioclimáticos

Palavras-chave: Centro Cultural, Arquitetura Bioclimática, Bienal Aroztegui 2009

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho relata o processo projetual do “Centro Cultural de Aviação Augusto Severo”, vencedor do concurso estudantil latino-americano de arquitetura bioclimática “Bienal José Miguel Aroztegui - 2009” (Figura 1). Para a elaboração do projeto foi escolhido um terreno situado na cidade do Natal, no Rio Grande do Norte, Brasil. Mais especificamente no bairro das Rocas, às margens do Rio Potengi, na área correspondente ao sítio histórico da Rampa. A designação “Rampa” se dá pelo motivo desta área ter abrigado a antiga estação de hidroaviões até a Segunda Guerra Mundial, quando serviu de base de apoio à Marinha Norte-americana. Ainda há vestígios na rampa de decolagem destes aviões no local e, intencionando resgatar este contexto histórico, a proposta projetual abarcou um centro cultural da aviação.

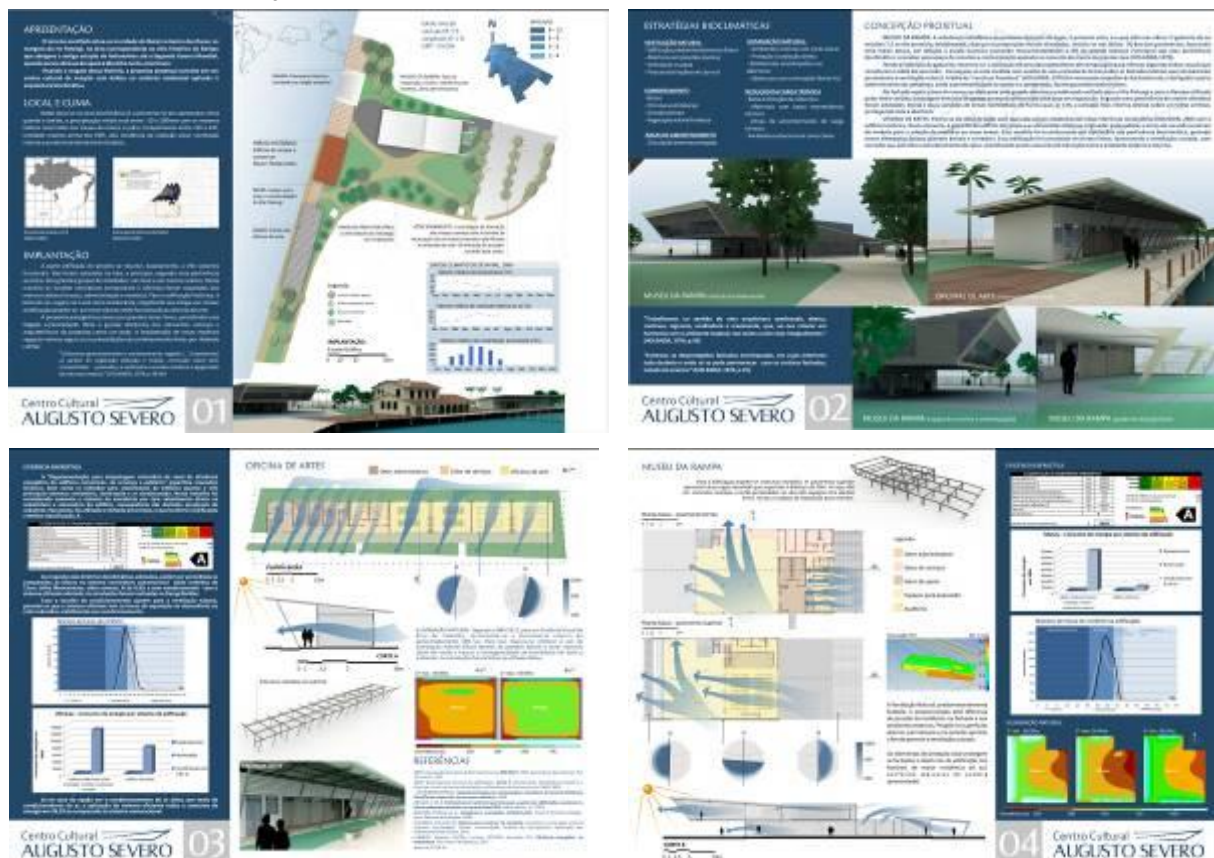


Figura 1 – Painéis de apresentação do projeto do Centro Cultural.

A cidade de Natal/ RN – latitude 05°55' S, longitude 35°15'W e altitude de 49m – (GOULART et al, 1998) possui clima quente e úmido e apresenta uma pequena variação de temperatura diária e sazonal, com amplitude térmica anual entre 19 °C e 32 °C, de acordo com o arquivo climático de referência TRY. Além disto, há alta incidência da radiação solar e a ventilação é intensa e predominantemente do Sudeste (Figura 2). Dadas estas características climáticas, deve-se proteger os ganhos térmicos da incidência da radiação sobre a envoltória e estimular a dissipação do calor gerado internamente.

Tendo em vista que o condicionamento pode ser classificado de acordo com o consumo de energia em: ativo, passivo e híbrido, conforme indicam Bittencourt e Cândido (2005), e que o projeto visava aliar a eficiência energética ao conforto térmico dos usuários, priorizaram-se as estratégias passivas e híbridas no desenvolvimento do projeto do Centro Cultural. Logo, as estratégias bioclimáticas passivas mais adequadas para o clima local e, portanto, enfocadas foram: isolamento da cobertura, sobreamento da envoltória e disposição das aberturas para maximizar o uso da ventilação natural (BITTENCOURT;CÂNDIDO, 2005).

Desta maneira, o processo foi pautado pela adequação às variáveis climáticas - temperatura, umidade relativa, e velocidade dos ventos - por meio da aplicação de estratégias bioclimáticas. Tais estratégias visam incorporar as especificidades climáticas na elaboração do projeto, tendo em vista o conforto

ambiental para o usuário e a eficiência energética como o dispêndio de menor quantidade de energia ao utilizar um serviço (LAMBERTS et al, 2004).

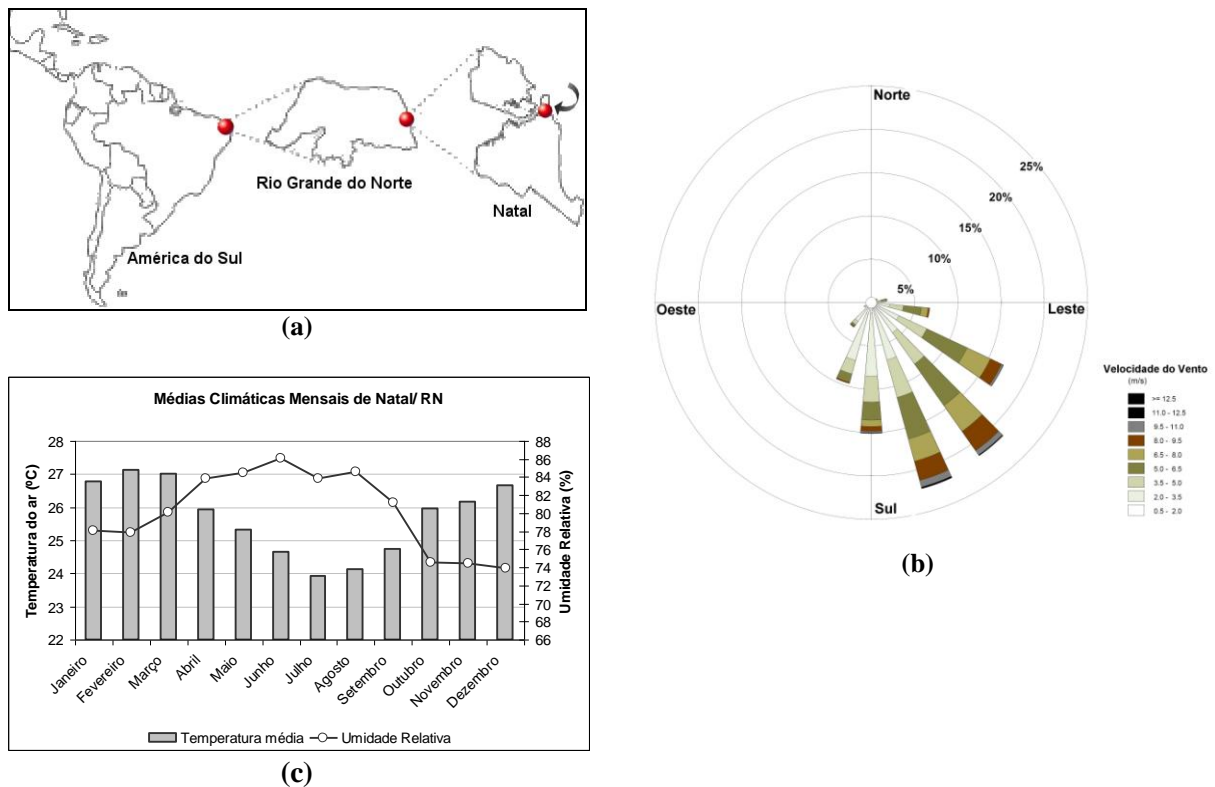


Figura 2 – Localização da área de intervenção (a), Rosa dos ventos (b) e Médias mensais de temperatura e umidade de Natal/ RN (c).

Considerando que o Centro Cultural é tido como uma edificação com pequena produção de calor, utilizou-se as estratégias bioclimáticas descritas pela NBR 15.220-3 (ABNT, 2003), por Armando de Holanda (1976) e por Lamberts, et al (2004). A NBR 15.220-3 divide o território nacional em 8 Zonas Bioclimáticas, onde Natal/ RN faz parte da Zona nº 8 para a qual recomenda-se a desumidificação do ar e ventilação, aconselhando-se a adoção de grandes aberturas sombreadas e a ventilação cruzada permanente.

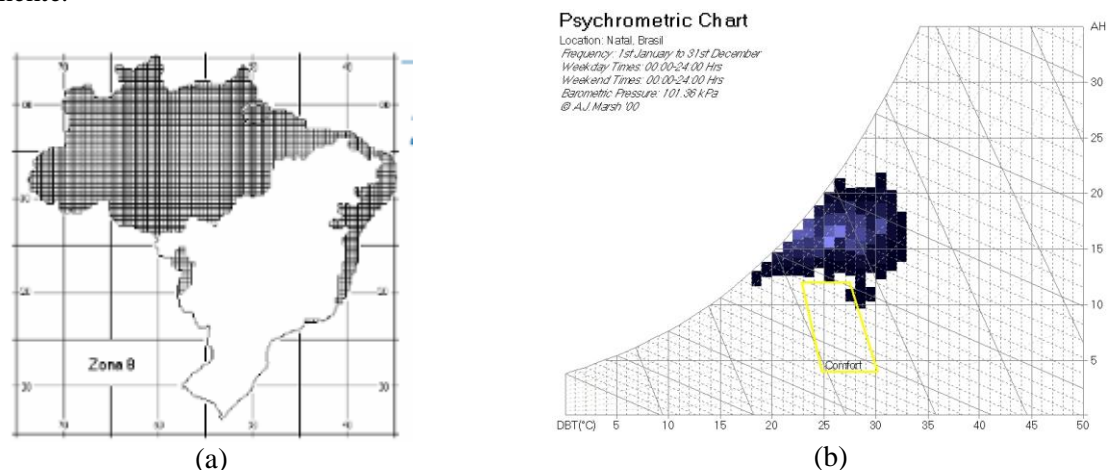


Figura 3 - Delimitação da zona bioclimática 8 (a) e Carta Psicométrica de Natal/ RN (b).

Fonte: (ABNT, 2003) e (MARSH, 2001), respectivamente.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar o processo de concepção de um projeto arquitetônico que pela sua destinação exige o uso parcial de condicionamento artificial, o que impele o projetista a refletir sobre estratégias de minimização dos impactos ambientais em edificações potencialmente impactantes do ponto de vista ambiental e energético. Intenciona-se mostrar, qualitativa e quantitativamente, as escolhas que nortearam o processo de concepção do “Centro Cultural de Aviação Augusto Severo”, vencedor do Concurso Estudantil Latino-Americano de Arquitetura Bioclimática “Bienal José Miguel Aroztegui - 2009”.

3 METODOLOGIA

O princípio da concepção, em seu nível mais subjetivo, tateante e aproximativo, foi orientado pelas indicações de Armando de Holanda (1976) em seu “Roteiro para construir no nordeste”. Tinha-se o desejo de criar grandes áreas sombreadas, fossem elas promovidas por balanços estruturais ou por beirais generosos. Isso, conseqüentemente, diminuiria a carga térmica de algumas paredes. Essas idéias formais foram desenvolvidas e, num determinado momento, a partir de um grande balanço sombreado voltado para o rio, enxergou-se a possibilidade de, com alguns ajustes, fazer referência metafórica ao contexto histórico do lugar: uma rampa ascendente no sentido leste-oeste, recuperando a idéia de “vôo para novos horizontes”, como acontecia no lugar durante a Segunda Guerra Mundial. Surge então a volumetria final do bloco monumental que abrigaria o museu da rampa.

Entretanto, para a atribuição desse conteúdo simbólico formal, deparou-se com o problema de uma grande fachada envidraçada voltada para o por do sol no rio Potengi: um partido arquitetônico interessante, mas impactante e indesejável do ponto de vista energético. Para a implantação deste bloco monumental no terreno também se desejava a determinação de uma visual especificamente planejada para que o usuário do espaço tivesse, desde sua chegada ao complexo, a visão simbólica de uma grande rampa. Isso implicaria, novamente, no balizamento de escolhas que agregariam valor dramático a proposta (vistas, percursos interessantes, símbolos formais, etc.) por princípios bioclimáticos e de eficiência energética: minimização de ganhos térmicos pelas envoltórias a partir de orientações adequadas visando maior ventilação e menor insolação dos espaços internos, etc.

Dessa maneira, a proposta foi desenvolvida seguindo duas linhas metodológicas. A primeira, a teoria arquiteturalógica, que é um modelo que serve como base para a construção de um conhecimento sobre a arquitetura: a formação de uma ciência arquitetural¹. Trata-se de um estudo sobre a natureza das operações mentais de cada arquiteto quando está dando ordem ao seu trabalho de concepção. Segundo Boudon (2000), o modelo arquiteturalógico baseia-se em dois conceitos fundamentais: **modelo** e **escala**. Estes conceitos fazem parte de um sistema de operações que, após sofrer cuidadosa análise, pode ser resumido à idéia de uma contínua relação entre algo que é medido (um modelo) e o que lhe confere medida (uma escala). Em outras palavras, existe uma relação entre algo que é repetido ou reutilizado em um projeto (suporte/modelo) e algo que vai lhe transformar (ação ativa/escala) ou não a partir de operações de dimensionamento. O suporte/modelo é chamado, pelo autor, de **operando** e a ação ativa/escala a qual ele é submetido, de **operador**.

Através da noção de escalas arquiteturalógicas, o modelo arquiteturalógico detém-se em desvendar as operações que regulam esta passagem de um estado para outro: da mimesis (imitação) à poiética (transformação). Abordar o processo numa perspectiva “poiética²” significa aceitar que ações humanas atuam finalizando modelos adotados previamente (BOUDON, et al., 2000). Ou seja, esta perspectiva considera que o processo criativo sempre se baseia em algo já existente, a partir do qual

¹ O termo “arquitetural” representa um neologismo ligado ao conhecimento (epistemologia) sobre a arquitetura, ao contrário de estudos sobre a prática ou técnicas ligadas à arquitetura que estariam, como sempre, foram ligados à palavra arquitetônico(a).

² A expressão é um neologismo cunhado por Paul Valéry como derivação da “poética” de Aristóteles. Segundo Boudon, Aristóteles foi o primeiro a colocar a questão da “escala” na construção poética; já Valéry, em sua “poiética”, considera a “escala” como uma questão própria da ciência moderna. E como veremos, na arquitetura de Boudon, a escala é também um conceito fundamental.

transformações são operadas para a construção de algo “novo”.

A segunda metodologia se deu a partir dos conhecimentos da área de “Conforto Ambiental e Eficiência Energética”. Visando atender as premissas estabelecidas desde o início do processo projetual, as soluções de projeto foram escolhidas em função da estratégia bioclimática pertinente, conforme sintetizado na

Tabela 1. O dimensionamento dos elementos de sombreamento e das aberturas foram baseadas em simulações computacionais, que serviram também para verificar o sucesso das soluções adotadas ao final do processo projetual.

Tabela 1 - Estratégias Bioclimáticas e sua repercussão no projeto

Estratégia Bioclimática	Repercussão no projeto
VENTILAÇÃO NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> - Edificação predominantemente linear; - Aberturas em paredes opostas; - Ventilação cruzada; - Poucas obstruções em leiaute.
SOMBREAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Brises; - Estrutura em balanço; - Grandes Beirais; - Vegetação nativa frondosa.
ÁREAS DE AMORTECIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Circulação externa protegida.
ILUMINAÇÃO NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> - Ambientes internos em cores claras; - Proteção à radiação solar direta; - Bandeirolas envidraçadas nas aberturas; - Aberturas com orientação Norte-Sul.
REDUÇÃO DA CARGA TÉRMICA	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais com baixa transmitância térmica; - Zonas de amortecimento de carga térmica; - Ambientes externos em cores claras.

4 RESULTADOS

4.1 A implantação

A parte edificada do projeto se resume, basicamente, a três volumes funcionais. Eles foram zoneados no lote, a princípio, segundo uma pertinência acústica, resultando em dois grandes grupos de atividades: um mais e um menos ruidoso. Desta maneira as funções recreativas (restaurante e oficinas) foram separadas das menos ruidosas (museu, administração e eventos). Para a edificação histórica, à beira do rio, sugere-se o uso como restaurante, resgatando seu antigo uso. Anexo à edificação propõe-se um novo volume onde funcionarão as oficinas de arte.



Legenda:

- 01 - Museu da Rampa,
- 02 – Oficinas de Artes,
- 03 – Re-uso como restaurante/ lanchonete,
- 04 – Rampa,
- 05 – Deques de contemplação do rio Potengi,
- 06 – Estacionamento

Figura 4 – Implantação

A proposta paisagística prezou por grandes áreas livres, permitindo uma ampla contemplação, feita à grande distância, dos elementos naturais e arquitetônicos da proposta como um todo. Inclui a escolha da localização do estacionamento se deu no sentido de promover uma área que aumentasse o campo visual que o usuário do espaço vai ter do conjunto edificado desde a rua à frente do complexo. A implantação de novas espécies vegetais nativas seguiu as recomendações de sombreamento feitas por Holanda (1976), que sugeria o sombreamento vegetal generoso e abolia os jardins miúdos e delicados.

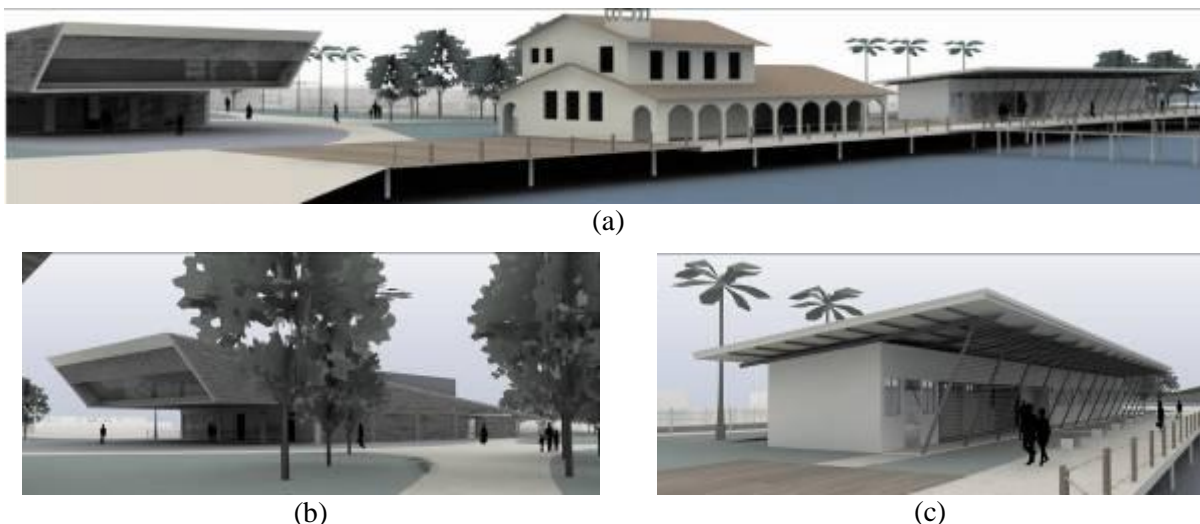


Figura 5 –Vista geral das edificações propostas integradas à edificação existente (a), Vista do Museu da Rampa (b) e Vista das Oficinas de Arte (c)

4.2 O museu da Rampa

A referência metafórica ao contexto histórico do lugar, à primeira vista, é o que salta aos olhos. O gabarito de no máximo 7,5 m não permitiu, inicialmente, alcançar as proporções visuais almejadas. Insistiu-se nas idéias: 1ª) dos dois pavimentos, buscando uma maior altura, em relação à escala humana causando monumentalidade; e 2ª) do grande balanço estrutural sob uma pertinência bioclimática: conceber um espaço de convívio e contemplação apoiado no conceito da árvore de grande copa.

Tendo a limitação do gabarito, recorreu-se à utilização de princípios gestálticos de composição para reforçar algumas linhas visuais que remeteram à idéia da ascensão. Conseguiu-se esta medida com auxílio de uma camada de brises sobre as fachadas laterais que são bastante permeáveis à ventilação natural (Figura 5b). A idéia de “construir frondoso” (HOLANDA, 1976) foi retomada no jardim da fachada leste, interligado à parte administrativa do complexo, onde a permeabilidade ao vento e o sombreamento, foram garantidos pelos brises.

Na fachada oeste a área do museu se abre para uma grande abertura envidraçada voltada para o rio Potengi e para a Rampa utilizada pelos hidro-aviões, a paisagem histórica se agrega ao museu como mais uma peça em exposição. Segundo uma pertinência de ordem climática foram adotados: Uma inclinação na fachada que promove um leve sombreamento na medida em que funciona como um beiral e duas camadas de brises horizontais, de forma que, às 17h, a camada mais interna deslize sobre um trilho vertical, protegendo toda a abertura. Os elementos de proteção solar das fachadas e das aberturas foram dimensionados de acordo com a orientação da fachada, visando prover sombra abundante principalmente nas horas de maior altura solar.

Para a edificação propõe-se estrutura metálica. O pavimento superior apresenta duas vigas vierendel que suportam o balanço de 20m. As lajes são em concreto, maciças, e serão protendidas no caso dos espaços com plantas livres: museu e espaço de exposição para eventos.

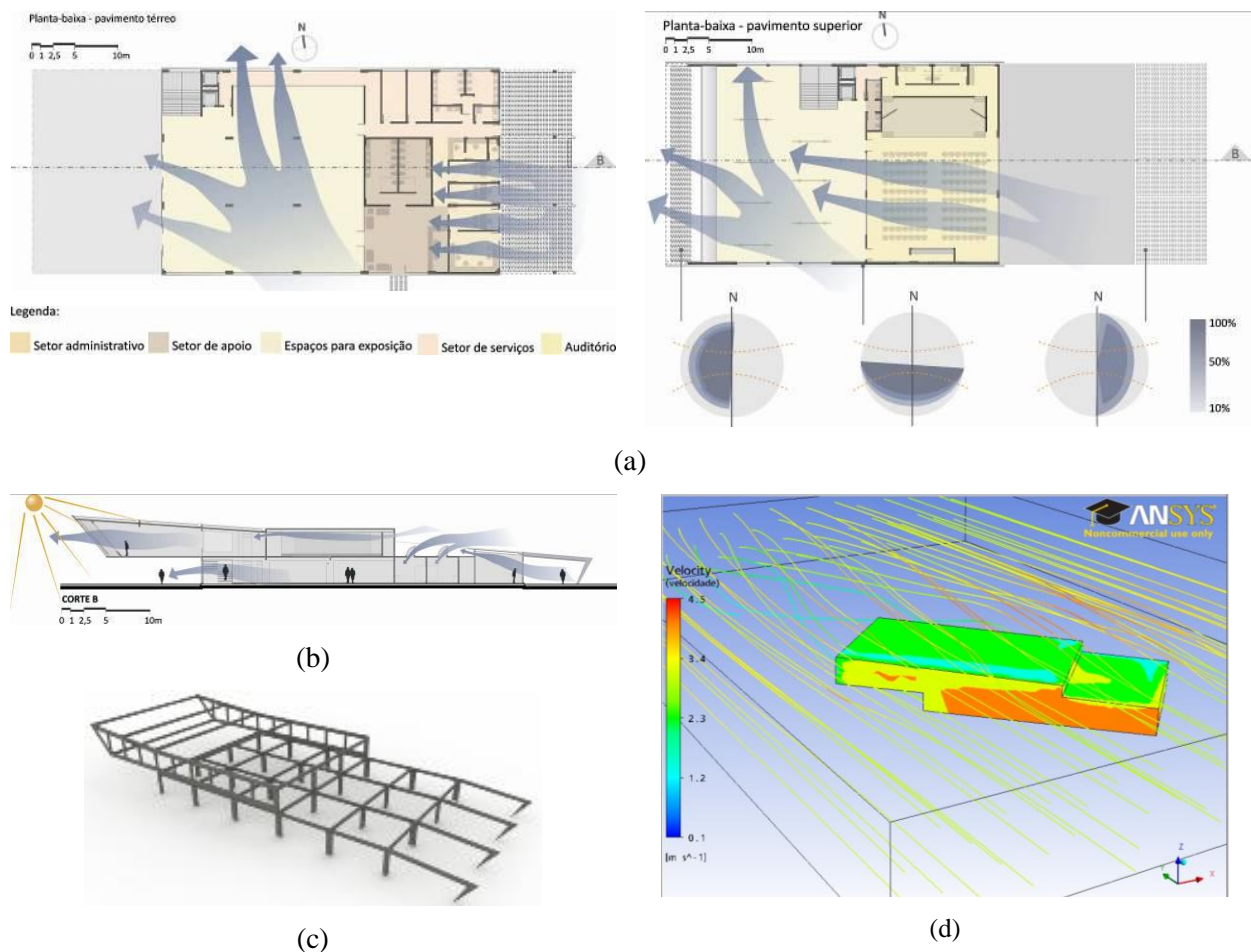


Figura 6 – Plantas Baixas (a), Corte B (b), Esquema estrutural do Museu da Rampa (c) e Simulação da ventilação no software CF-x (ANSYS, 2007)

A Ventilação Natural, predominantemente Sudeste, é proporcionada pela diferença de pressão da incidência na fachada e nos ambientes externos. Propõem-se superfícies abertas, permeáveis e em paredes opostas a fim de permitir a ventilação cruzada (Figura 6).

Também foi considerada no projeto a “Regulamentação para etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos” (PROCEL, 2009) que aponta os requisitos técnicos e os métodos para classificação do nível de eficiência energética das edificações de acordo com três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Neste trabalho foi considerado somente o sistema da envoltória por ter rebatimento direto na arquitetura e volumetria do edifício, e, consequentemente, influenciam as decisões projetuais do arquiteto. Para tanto, foi utilizado o método prescritivo, o qual conferiu à edificação a melhor classificação. Ainda com o fim de comprovar a eficiência do sistema, simulou-se com o programa DesignBuilder (DBS, 2009) o consumo energético da edificação com o sistema construtivo convencional – cobertura de fibrocimento e sombreamento ausente e vidro comum – com um sistema eficiente, que empregava as diretrizes bioclimáticas – isolamento térmico na cobertura, edificação sombreada e vidro com fator solar de 0,89-, como resultado observou-se a redução do consumo de energia de aproximadamente 80%, quando considerado o uso do sistema ativo. No entanto, se fosse considerado o sistema passivo, a edificação apresenta todas as horas em conforto (Figura 7).

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO		
Área do edifício (m²)	Ape	1009,00
Área total de piso (m²)	Atot	1009,00
Área da envoltória (m²)	Aenv	1958,09
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	45,00
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	0,59
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,37
Volume total da edificação (m³)	Vtot	6004,80
Fator solar	FS	0,59
Zona Bioclimática		8

Indicador de consumo (adimensional)	IC	149,35
-------------------------------------	----	--------

Eficiência	A	B	C	D	E
lim inf	152,10	162,28	172,46	182,63	192,80
lim sup	162,09	172,27	182,45	192,63	202,80

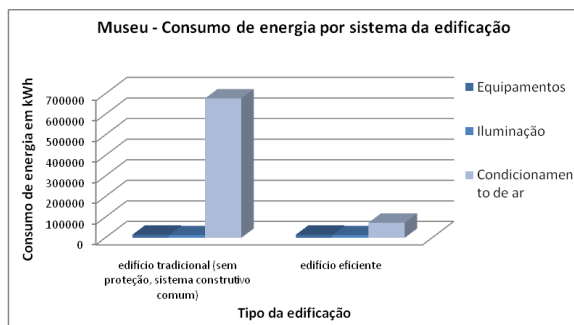
FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot): 0,33
FATOR DE ALTURA (Ape/Atot): 1,00

Envoltória

PROCEL

A

(a)



(b)

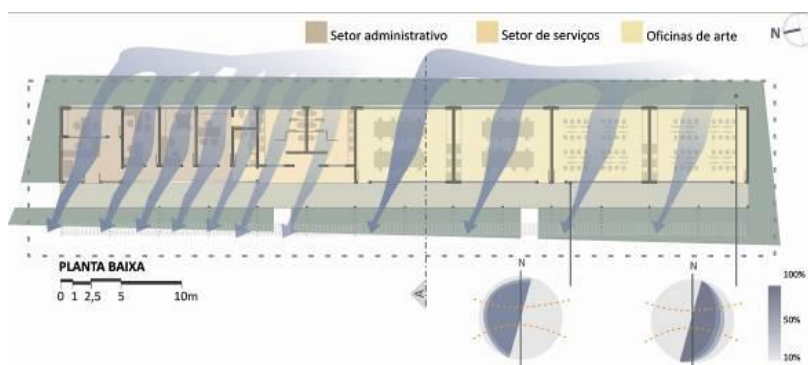


(c)

Figura 7 – Avaliação do nível de consumo energético de acordo com a Classificação de desempenho do Procel (a); Redução do consumo energético após a aplicação das estratégias bioclimáticas (b) e comparação das horas de conforto (c) do Museu da Rampa.

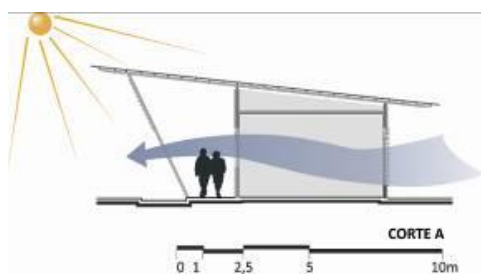
4.3 As oficinas de artes

Partiu-se da idéia de fazer com que este anexo estabelecesse uma referência metonímica³ com o edifício histórico (Figura 5 a e c). Desta maneira, o gabarito do edifício da rampa e as dimensões rítmicas originadas pelos pilares e arcos da varanda serviram de modelo para a adoção de medidas no novo anexo. Este modelo foi transformado por operações sob pertinência bioclimática, gerando novos elementos, tais como: brises, grandes beirais e corredor. Essa edificação foi concebida em forma linear, favorecendo a ventilação cruzada, com corredor que permite amortecimento do calor, constituindo assim uma área de transição entre o ambiente externo e interno. Este amortecimento foi uma estratégia consciente de compensação da escolha por direcionar as maiores fachadas do edifício no sentido leste-oeste, mas esta orientação, por sua vez, se mostrava bastante pertinente do ponto de vista da visibilidade do rio Potengi e da contigüidade espacial com a edificação história também lindeira ao Rio.



(a)

³ Quando há uma continuidade espacial entre o referente e o objeto em concepção e eles estão próximos em termos geográficos. (BOUDON, et al., 2000)



(b)



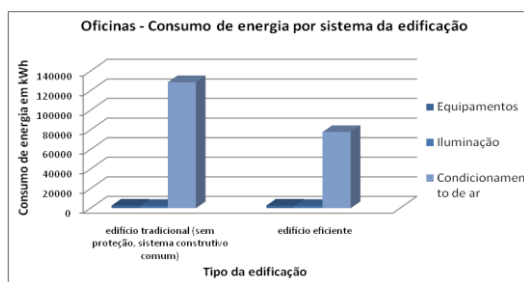
(c)

Figura 8 – Planta baixa (a), Corte A (b) e Vista das Oficinas de Arte (c).

As respostas das diretrizes bioclimáticas adotadas podem ser percebidas, também nesse bloco, com a comparação dos sistemas: comum e o eficiente adotado, as simulações realizadas no DesignBuilder (DBS, 2009) demonstraram economia de 39,5% no consumo de energia e a maioria das horas em conforto. Além disso, o bloco recebeu “A” pelo método prescritivo da regulamentação (Figura 9).



(a)



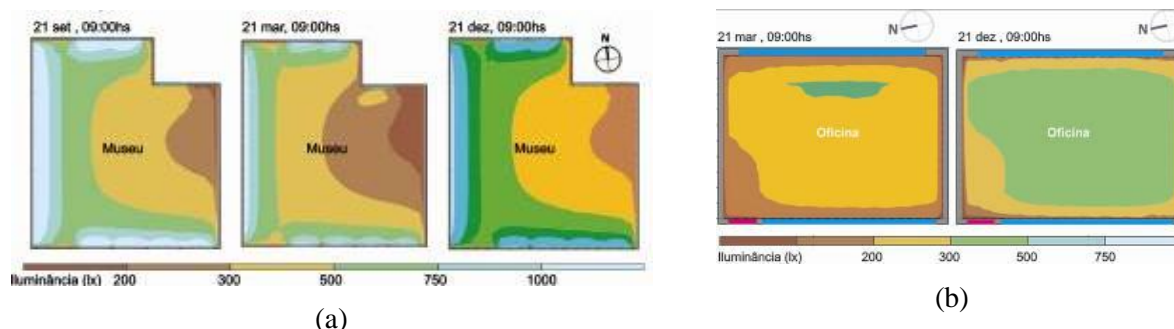
(b)



(c)

Figura 9 – Avaliação do nível de consumo energético de acordo com a Classificação de desempenho do Procel (a), Redução do consumo energético após a aplicação das estratégias bioclimáticas (b) e comparação das horas de conforto (c) da Oficina de Arte.

Segundo a NBR 5413 (ABNT, 1992), para um Conforto Visual da área de trabalho, recomenda-se a iluminância interna de aproximadamente 500 lux. Para isso, buscou-se otimizar o uso da iluminação natural difusa através de grandes beirais e cores internas claras de modo a buscar a homogeneidade da iluminância em todo o ambiente. As simulações feitas no software Relux demonstraram os resultados satisfatórios das aberturas adotadas (Figura 10).



(a)

(b)

Figura 10 – Simulação da Iluminação Natural no software Relux (RELUX, 2007) do Museu da Rampa (a) e das Oficinas de Arte (b).

5 CONCLUSÕES

O processo projetual do Centro Cultural Augusto Severo buscou subsídios no explorar das potencialidades da área e na aplicação de estratégias de otimização da qualidade ambiental e eficiência energética. A importância histórica do sítio e sua localização às margens do rio Potengi foram os principais aspectos considerados durante a discussão das primeiras idéias, que buscavam, de forma geral, transmitir significado por meio da arquitetura - comunicar, fazendo uma referência direta à rampa através da utilização de elementos simbólicos, sendo estes formais e/ou pictóricos. A visual do rio foi outro aspecto considerado na orientação das edificações, que deveriam ser utilizadas também, além dos usos definidos no programa do centro cultural, como mirantes. A dualidade apresentada, significado e integração visual versus eficiência energética e conforto ambiental, permeou todo o processo e resultou em várias discussões acerca do que melhor atenderia aos dois lados. Estas discussões, por sua vez, resultaram em escolhas complexas e contraditórias, devido à incompatibilidade de idéias e soluções, nas quais ora privilegiou-se o significado intencionado e a integração visual ora o conforto ambiental. Dessa forma, muitas das soluções que atendem às idéias definidoras da proposta geraram problemas - desafios, a serem solucionados na fase de discussão do sistema construtivo, fechamentos (...), tais como a criação de uma ampla pele de vidro voltada para oeste, que permite a visual do rio, uma das premissas do projeto, mas, vai de encontro às indicações para melhor orientação das aberturas em climas quentes como o de Natal. Para solucionar tal problema foram propostos brises horizontais móveis que protegem à fachada envidraçada da insolação direta em todos os horários. Dessa maneira, percebe-se a viabilidade da aplicação das diretrizes bioclimáticas desde o princípio do processo projetual e sua importância para a definição de um projeto adequado ao clima local, sem que isso se configure prejuízos ou engessamentos de outras escolhas agregadoras de valor sócio-cultural ou simbólico-formal (BOUDON et al, 2000) ao projeto concebido.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR15220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**, Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- _____. **NBR 5413 - Iluminância de interiores**: Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.
- ANSYS. **Workbench™ 11.0 SP1**. Canonsburg, 2007.
- BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**: Maceió: EDUFAL, 2005.p.
- BOUDON, P., et al. **Enseigner la conception architecturale: Cours d'Architecturologie**: Paris: Éditions de la Villette, 2000.p.
- DBS. **DesignBuilder v.2.0.2** Londres, DesignBuilder Software Ltd, 2009.
- HOLANDA, A. D. **Roteiro para construir no Nordeste**: Estudos Urbanológicos. Recife: UFPE, 1976.48 p.
- LAMBERTS, R., et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**: São Paulo: ProLivros, 2004.p.
- MARSH, A. **WEATOOL, The Weather Tool: Climatic Visualisation and Design Analysis**. Perth, Australia, 2001.
- PROCEL. **Regulamentação para etiquetagem voluntária de nível de eficiência de edifícios comerciais, de serviços e públicos**: Rio de Janeiro: ELETROBRÁS/PROCEL, 2009.
- RELUX, I. A. **Relux Professional 2007**. Suíça, 2007.

7 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e a Arquiteta Anna Rachel Baracho pela colaboração no projeto paisagístico.