



## UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL

**Mônica Maria Fernandes de Oliveira (1); Ilanna Paula de Oliveira Macedo (2)**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Depto. de Arquitetura, Campus Universitário,  
Lagoa Nova, S/Nº, Natal/RN - Brasil – 59072-970, (84) 215 37223,  
(1)[monicamfl@ufrnet.br](mailto:monicamfl@ufrnet.br);  
(2)[ilannapaula@hotmail.com](mailto:ilannapaula@hotmail.com)

### RESUMO

O presente trabalho consta de um relato a respeito da metodologia de ensino da disciplina de conforto ambiental 01, que vem sendo desenvolvida nos últimos anos no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O processo de integração e o uso de ferramentas computacionais têm facilitado o aprendizado e permitido o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos com excelentes resultados. O trabalho integrado, exemplo da aplicação da referida metodologia, realizado no quarto período do Curso, cujo tema é “O homem e o Meio Ambiente”, envolve as disciplinas de: conforto ambiental 01, Fundamentos Sociais e Ambientais-03, Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo 02, Psicologia Ambiental e Projeto de Arquitetura 02. Apenas será relatada a experiência da disciplina de conforto ambiental 01. Na primeira unidade os conteúdos ministrados dão subsídio ao aluno para a realização da caracterização ambiental da área de estudo. Na segunda unidade se trabalha a geometria da insolação, dando ao aluno suporte para o entendimento da influência do entorno e da volumetria da proposta desenvolvida na disciplina de Projeto de Arquitetura 02. E na terceira unidade são desenvolvidos estudos de proteção solar.

### ABSTRACT

The article describes the methodology for environmental comfort teaching, concerning the Comfort 1 subject, which has been in development for the last years in the Department of Architecture and Urbanism, at the Federal University of Rio Grande do Norte. The integration of subjects and the use of energy tools had contributed to the learning process and had successfully allowed the development of academic production. The first unit of the subject Comfort 1 supports the environmental assessment of the studied area. The second unit focuses on the insolation geometry, and highlights the influence of the surroundings and the volumetry. The third unit emphasizes the study of solar protection.

### 1. INTRODUÇÃO

A metodologia adotada pelo Projeto Político Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRN tem como princípio a integração que ao longo dos anos tem demonstrado ser fundamental no processo de ensino/aprendizagem. Assim como otimiza a formação de um profissional com caráter generalista, criativo e dotado de visão crítica, fortalece um comprometimento com questões de ordem social, ambiental e econômica, intrínsecas à produção do edifício e do planejamento urbano e regional. Esse aspecto metodológico reforça a percepção em termos de importância da proteção do equilíbrio natural e também da utilização racional dos recursos disponíveis. Esta metodologia tem sido seguida

pelas disciplinas de conforto ambiental que realizam trabalhos integrados com outras disciplinas ministradas no mesmo período.

## **2. PLANO DE INTEGRAÇÃO**

Os professores definem um plano para elaboração do trabalho integrado que é aprovado nas reuniões de períodos realizadas antes do início do semestre letivo, onde se define: a área de intervenção, os objetivos, os procedimentos metodológicos e as etapas do trabalho.

### **2.1 Área de Intervenção**

Uma fração urbana é escolhida como objeto de estudo na reunião do período.

### **2.2 Objetivos**

Desenvolver estudos de apreensão do espaço urbano no que se refere aos aspectos ambientais, morfológicos, sensoriais e comportamentais; e elaborar propostas arquitetônicas de equipamentos de lazer e serviço, incluindo o agenciamento do entorno no nível de estudos preliminares e anteprojeto.

### **2.3 Procedimentos Metodológicos:**

- Pesquisas bibliográficas quanto ao tema e quanto às características da área;
- Pesquisas de campo – levantamentos para inventários;
- Pesquisa em plantas e cartas cartográficas existentes sobre a área;
- Aplicação de metodologias específicas de apreensão do espaço urbano;
- Medições de variáveis ambientais; aplicação de método de projeto;
- Aplicação da geometria da insolação;

### **2.4 Etapas do Trabalho**

#### **2.4.1 Trabalho desenvolvido na 1ª unidade**

**Conforto Ambiental 01** - Análise bioclimática da área de estudo - Caracterização ambiental da área (de estudo) com descrição da geologia, solo, relevo, clima, vegetação e poluição do ar, do solo, da água, visual e sonora.

**Fundamentos Sociais e Ambientais-03 e Teoria/História da Arquitetura/urbanismo 02** - Análise morfológica da área, com estudos de evolução urbana, uso e ocupação do solo e tipologias edículas.

**Psicologia Ambiental** - Identificação dos principais problemas ambientais e análise dos traços comportamentais.

**Projeto de Arquitetura 02** - Estudos Preliminares para projeto – 1ª parte, incluindo: levantamentos para subsidiar a elaboração dos projetos de equipamentos de serviço/lazer; levantamento do terreno e seu entorno; definição do programa de necessidades; pré-dimensionamento; fluxograma; zoneamento de funções; definições de partido arquitetônico.

#### **2.4.2 Trabalho desenvolvido na 2ª unidade.**

**Conforto Ambiental 01** - Estudo da insolação; Influência do entorno e da volumetria proposta.

**Fundamentos Sociais e Ambientais-03 e Teoria/História da Arquitetura/urbanismo 02** - Apreensão da paisagem urbana através da técnica da Análise visual.

**Psicologia Ambiental** - Análise comportamental de uma fração dos percursos estudados.

**Projeto de Arquitetura 02** - Estudos preliminares - 2ª parte: Propostas preliminares: estudos volumétricos e funcionais.

### **2.4.3 Trabalho desenvolvido na 3ª unidade.**

**Conforto Ambiental 01** - Proposta de Proteção Solar.

**Fundamentos Sociais e Ambientais-03** - Apreensão das concepções e imagens coletivas da área com aplicação de exercícios orientados segundo a ótica da percepção ambiental.

**Teoria/História da Arquitetura/urbanismo 02** - Caracterização da arquitetura pré-modernista no contexto nacional.

**Psicologia Ambiental** - APO da proposta de estudo preliminar da 2ª unidade p/ subsidiar o trabalho da 3ª unidade; análise comportamental a partir do estudo das plantas das edificações.

**Projeto de Arquitetura 02** - Proposta de intervenção na área - projeto arquitetônico no nível de anteprojeto; avaliação e ajustes da proposta da 2ª unidade; desenvolvimento da proposta no nível de anteprojeto.

## **3. TRABALHOS DESENVOLVIDOS**

### **3.1 Primeira Unidade**

Na primeira unidade a integração da disciplina de Conforto Ambiental 01 com as demais disciplinas, referenciadas no plano para a elaboração do trabalho integrado, ocorre através da realização de uma análise bioclimática da área definida como objeto de estudo. Para tanto se utiliza como ferramenta de trabalho a metodologia do desenho urbano que considera os atributos bioclimatizantes da forma urbana e permite o controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais; aplicada ao desenho urbano segundo Oliveira (1993).

Com este trabalho, pretende-se desenvolver no aluno a percepção de “que a qualidade do ambiente urbano é fruto do tipo de objeto urbano criado para a vivência urbana num determinado meio ambiente físico específico. Não havendo uma só forma urbana, é preciso escolher aquela que mais adequadamente responda às expectativas sociais de conforto ambiental e de economia ambiental” (Oliveira, 1993).

Na metodologia proposta por Oliveira (1993) a forma urbana – objeto em questão – é subdividida em duas partes: sítio e massa edificada. O sítio possui dois elementos a serem considerados: relevo e solo. A massa edificada possui cinco elementos: formato, rugosidade, porosidade, pisos/tetos e vegetação. Cada um desses elementos possui atributos bioclimatizantes. Quanto ao sítio, são: relevo-declividade, relevo-orientação, relevo-conformação geométrica, relevo-altura relativa e solo-natureza. Quanto à massa edificada, são: formato-horizontalidade, formato-verticalidade, formato-densidade/ocupação do solo, formato-orientação ao sol, rugosidade-diversidade de alturas, rugosidade-fragmentação, rugosidade-diferencial de alturas, porosidade-tipo de trama, porosidade-orientação aos ventos, porosidade-continuidade da trama, pisos/tetos - permeabilidade e vegetação-áreas verdes.

Esta metodologia tenta auxiliar o planejador e o projetista no processo decisório visando atender aos objetivos principais da arquitetura bioclimaticamente e ambientalmente correta, que são: o conforto ambiental – com seus desdobramentos em conforto higro-térmico, conforto luminoso e qualidade do ar, e a economia ambiental – que implica em conservação de energia com o uso prioritário de energias renováveis e não poluidoras.

O clima da cidade de Natal é classificado como quente-úmido e caracteriza-se por baixa amplitude térmica, com temperatura variando entre 26°C a 31°C e umidade relativa do ar de 80%. Estes fatores

climáticos são característicos de sua localização: latitude (Sul) 5°46', altitude de 18 m e proximidade do oceano atlântico (Meteorologia, 2004).

A área de estudo analisada pelos alunos foi o bairro do Alecrim situado na Zona Oeste de Natal (figura 1). O trabalho desenvolvido teve como objetivo descrever o processo utilizado no estudo das condicionantes de conforto ambiental e servi de subsídio para o projeto de um centro comercial, objeto do trabalho Integrado.



**Figura 1 - Fração urbana analisada no trabalho integrado – bairro do Alecrim.**

As tabelas 1 a 5, mostram o resultado das observações feitas em campo para a análise bioclimática da área de estudo.

Como pode se perceber na Tabela 1, a análise da forma urbana quanto ao sítio revelou que o elemento relevo teve os seguintes atributos bioclimatizantes. A declividade, considerada como média, causa desconforto de circulação e leva a um maior consumo energético. A orientação, classificada como boa por ser voltada para o Nordeste apresenta efeitos quase iguais à orientação Norte, porém amenizados. Quanto à conformação geográfica, o terreno apresenta uma concavidade média, ocasionando uma maior permanência do ar quente e da umidade devido a um menor contato com as massas de ar. A altura relativa é classificada como de uma altura negativa relativa média. No tocante ao elemento solo, o atributo bioclimatizante natureza se classifica como péssimo, por ser constituído por um terreno arenoso (alto albedo, maior incidência de radiação, baixa umidade, e em áreas compactas apresenta uma média inércia térmica). Portanto, quanto ao sítio, conclui-se que os outros atributos bioclimatizantes são inadequados ao clima quente e úmido, com exceção da orientação.

**Tabela 1 - Análise da forma urbana quanto ao sítio.**

RELEVO				SOLO
Declividade	Orientação	Conformação Geográfica	Altura Relativa	Natureza
REGULAR	BOM	PÉSSIMO	RUIM	PÉSSIMO

Quanto à massa edificada, Tabela 2, o formato horizontalidade foi classificado como alongada. Portanto, é considerada regular na classificação de Paulo Oliveira e oferece grandes possibilidades de trocas térmicas com o seu entorno, tornando a temperatura mais homogênea. Quanto ao formato verticalidade, não foi encontrado um número considerável de edifícios altos, classificando-se então como uma região de baixa verticalidade. Logo, sua pontuação segundo a metodologia utilizada é 5, ou

seja, classificação ideal para o clima quente e úmido. A área em estudo apresenta uma baixa densidade/ocupação do solo, portanto não apresenta problemas de degradação urbana. E quanto à orientação ao Sol, o sentido maior da trama não causa desconforto aos pedestres e condutores de veículos porque está voltado para a orientação Norte-Sul. Assim sendo, a análise da forma urbana quanto à massa edificada, no que se refere ao elemento formato, apresenta-se bastante favorável ao clima quente e úmido.

**Tabela 2 - Análise da forma urbana quanto à massa edificada - Formato.**

<b>FORMATO</b>			
Horizontalidade	Verticalidade	Densidade/Ocupação do solo	Orientação ao Sol
REGULAR	ÓTIMO	BOM	ÓTIMO

Como mostra a Tabela 3, a região estudada se classifica como de baixa diversidade de alturas. Existem apenas três edifícios com mais de dez pavimentos em meio a uma grande maioria de edificações térreas. O índice de fragmentação calculado foi de 0,02, portanto a área apresenta uma fragmentação muito baixa. E o diferencial de alturas não foi calculado.

**Tabela 3 - Análise da forma urbana quanto à massa edificada - Rugosidade.**

<b>RUGOSIDADE</b>		
Diversidade de Alturas	Fragmentação	Diferencial de Alturas
BAIXA – 02 A 04	MUITO BAIXA	-

O elemento porosidade explicito na Tabela 4 apresentou um tipo de trama aleatória, logo bastante inadequado ao clima quente e úmido por dificultar a circulação do ar e as trocas de calor. Apesar da trama ser aleatória, a maioria das vias encontra-se a favor dos ventos dominantes, facilitando a penetração dos mesmos, e, por conseguinte, causando efeitos desejáveis, como um aumento das perdas térmicas por convecção. Com relação à continuidade da trama, este atributo bioclimatizante não pode ser classificado por não ser considerada ideal.

**Tabela 4 - Análise da forma urbana quanto à massa edificada - Porosidade.**

<b>POROSIDADE</b>		
Tipo de Trama	Orientação aos Ventos	Continuidade da Trama
PÉSSIMA	ÓTIMA	-

Os dois últimos elementos analisados da massa edificada foram piso/teto e vegetação. Conforme Tabela 5, a permeabilidade foi considerada ruim. Apenas 20% da área estudada, formada por terrenos baldios e áreas não edificadas de alguns lotes, é permeável. No tocante às áreas verdes, a massa vegetativa apresenta um número ínfimo de vegetação, muito insuficiente e muito abaixo do recomendável para o clima quente e úmido.

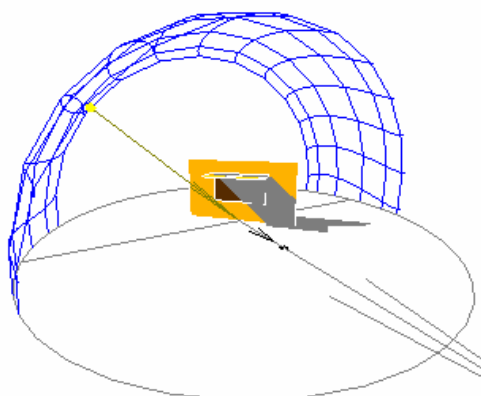
**Tabela 5 - Análise da forma urbana quanto à massa edificada – Piso/Tetos e Vegetação.**

PISOS/ TETOS	VEGETAÇÃO
Permeabilidades	Áreas Verdes
RUIM	PÉSSIMO

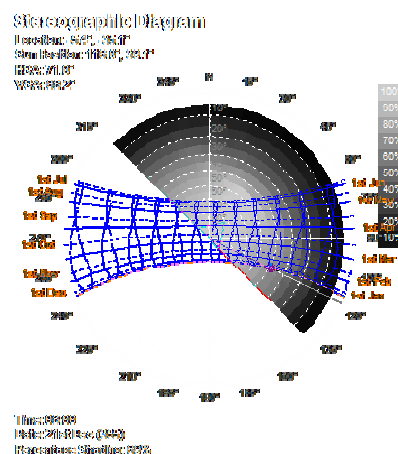
### 3.2 Segunda Unidade

Na segunda unidade os alunos aprendem a utilizar os softwares SUN TOOL v1.10 (MARSH, 2001) e o ECOTECH v5.20 (MARSH, 2003), onde são apresentadas todas as ferramentas necessárias para a elaboração da maquete eletrônica do objeto de estudo e das máscaras de sombra na carta solar. Para que os alunos absorvam o conteúdo apresentado, são realizados exercícios de fixação através da construção da maquete de uma casa de interesse social e a elaboração de máscaras de sombra de todas as fachadas.

Como mostram as figuras 2 e 3, a ferramenta SUN TOOL v1.10 realiza o processo de análise da insolação das fachadas, considerando a extensão da penetração solar em edifícios, e permite a construção de protetores solares apropriados para a proteção das aberturas. O programa apresenta os diagramas da trajetória aparente do sol que são as chamadas cartas solares informativas das máscaras de sombra e dos horários de insolação das fachadas do edifício.



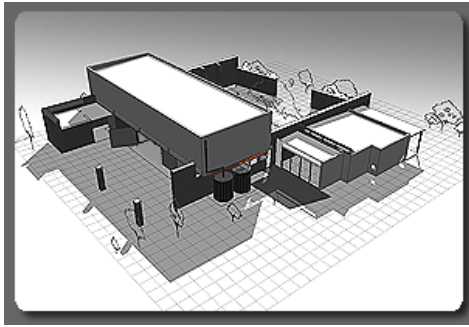
**Figura 2 - Sombra projetada na fachada.**  
Fonte: <http://www.squ1.com/site.html>.



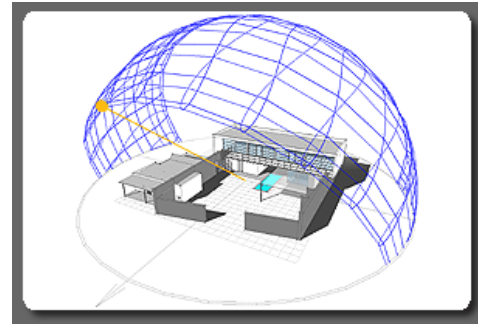
**Figura 3 - Máscara de sombra do protetor horizontal.**

Fonte: <http://www.squ1.com/site.html>.

O programa computacional ECOTECH v5. 20 é o software mais detalhado e o mais novo de análise do edifício no mercado hoje. Caracteriza um 3D amigável que modela a relação integrada inteiramente com uma escala larga de funções de análise e de simulação de desempenho. O programa permite que se faça uma análise climática detalhada e cálculos da efetiva potencialidade de várias técnicas de projeto passivas, como por exemplo: a exposição e as sombras complexas animadas e as reflexões, gera diagramas interativos da trajetória solar para a análise de sombreamento imediato, calcula a radiação solar incidente em toda a superfície e em porcentagem de proteção. As figuras 4 e 5 mostram uma análise de sombreamento de fachadas e o percurso aparente do sol, respectivamente.



**Figura 4 - Análise de Sombreamento de fachadas. Fonte: <http://www.squ1.com/site.html>.**



**Figura 5 - Percurso aparente do sol. Fonte: <http://www.squ1.com/site.html>.**

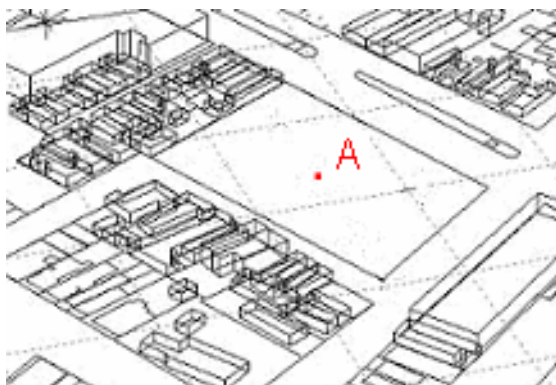
Ainda na segunda unidade realiza-se um estudo de insolação, analisando a influencia do entorno e da volumetria da proposta desenvolvida na disciplina Projeto de Arquitetura 02. Para tanto o aluno, utiliza o software ECOTECT para fazer um levantamento das máscaras de sombras de todas as fachadas e do entorno.

### 3.3 Terceira Unidade

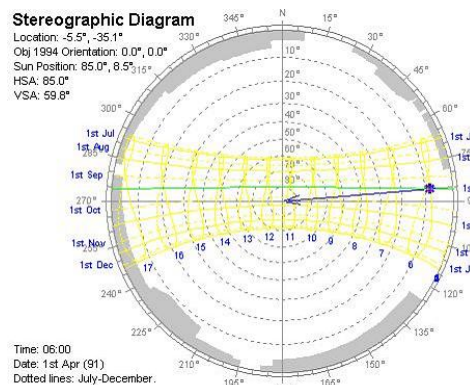
Como conclusão do processo de integração nas disciplinas de conforto ambiental e projeto, são desenvolvidos sistemas de proteção solar.

Este estudo ocorre em três etapas, sempre com o software ECOTEC v5.20: na primeira etapa, determina-se a máscara de sombra do entorno, depois determina-se à máscara produzida em cada fachada do centro comercial e, por fim, projeta-se protetores solares mais eficientes.

Para a determinação da máscara de sombra do entorno, são escolhidos cinco pontos distribuídos ao longo do terreno. Para exemplificar, mostra-se a análise do ponto central, onde se percebe que quase não há influência do entorno. Neste ponto ocorre sombreamento apenas nos primeiros minutos do dia, a partir do nascer do Sol, para os meses de maio a agosto, e nos últimos minutos que antecedem o pôr-do-sol durante praticamente todo o ano (Figura 6 e 7).



**Figura 6 - Ponto A, determinado no Ecotect v5.20.**



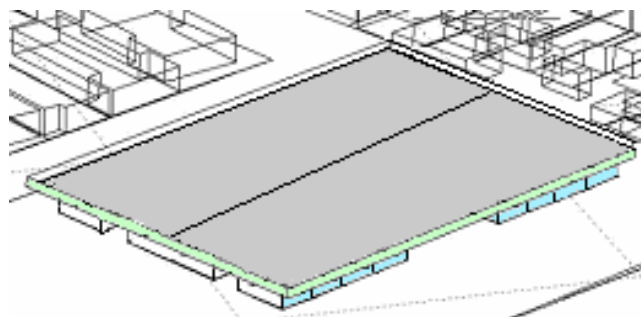
**Figura 7 - Máscara no ponto A, determinado no Ecotect v5.20.**

A análise da volumetria é realizada na segunda etapa do trabalho e considera-se a implantação do centro comercial no terreno escolhido. É possível analisar cada uma de suas fachadas com relação à sombra produzida pelo beiral da edificação assim como pelo entorno (figuras 8 e 9).

Este estudo permite que se tenha a informação necessária para que se faça uma proposta de proteção solar, através de elementos construtivos ou do uso da vegetação, para tornar a proposta do centro comercial viável do ponto de vista do conforto ambiental.

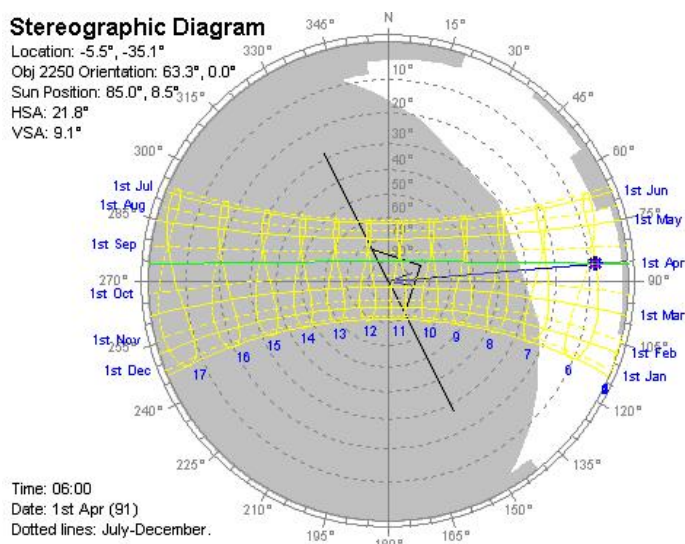


**Figura 8 - Vista superior do sítio, avaliada no Ecotect v5.20.**



**Figura 9 - Perspectiva do sítio, avaliada no Ecotect v5.20.**

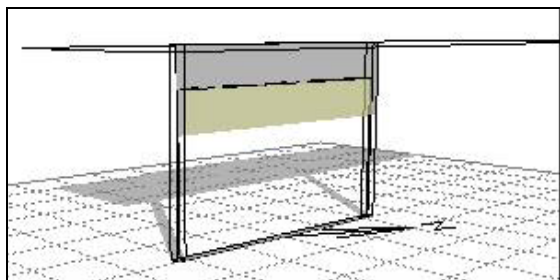
Como se observa na figura 10, a fachada frontal do centro comercial de azimute  $64^\circ$  merece especial atenção por se tratar de uma fachada onde predomina um pano de vidro formado pelas vitrines das lojas, que devem receber o mínimo possível de radiação solar. Contudo, a máscara de sombra produzida pelo beiral da edificação nesta fachada, embora seja boa, não corresponde à sua necessidade específica, pois ela ainda recebe radiação solar até as oito horas da manhã no solstício de verão e sete horas da manhã no solstício de inverno. Isso pode não parecer um problema para alguns, mas considerando-se a quantidade de energia solar recebida pelo ambiente, no caso dos climas quentes e úmidos, deve-se pensar no projeto de protetores solares que maximizem a sombra projetada nas vitrines.



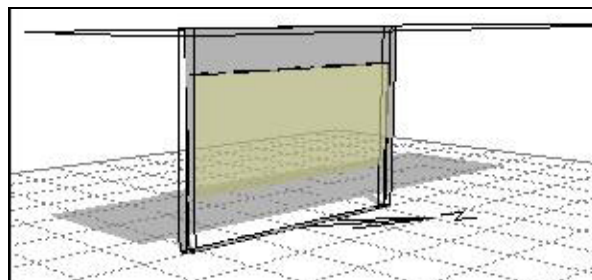
**Figura 10 - Máscara de sombra da fachada Frontal, produzida pelo Ecotect v5.20.**

A terceira e ultima etapa foi a análise das fachadas, onde se observou que a fachada frontal necessitava de protetores solares. As figuras 11 a 12 mostram que um beiral de dois metros e meio, no verão, fornece apenas 25% de sombreamento às 7 horas da manhã e chega a atingir 70% às 8 horas (figura 13).

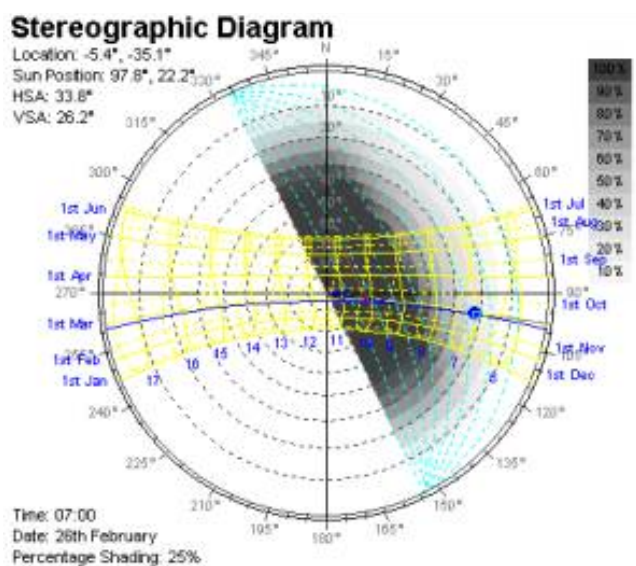




**Figura 11 - Sombreamento às 7:00h, obtido através do Sun Tool v1.10.**



**Figura 12 - Sombreamento às 8:00h, obtido através do Sun Tool v1.10.**



**Figura 13 - Máscara solar da fachada frontal obtido através do Sun Tool v1.10.**

#### 4. CONCLUSÃO

Em regiões de clima quente-úmido, como é o caso da cidade de Natal, uma resolução inadequada do sombreamento de um edifício pode prejudicar de forma efetiva seu funcionamento. Por esta razão, é de extrema importância que o desenvolvimento de projetos de arquitetura sejam acompanhados de estudos de conforto ambiental que levem em consideração o clima, o entorno, a volumetria da edificação visando produzir um ambiente mais adequado às necessidades a que é solicitado.

A metodologia da integração utilizada no desenvolvimento deste trabalho leva o aluno a perceber a importância de se conhecer os aspectos relacionados tanto a arquitetura como ao urbanismo, que são extremamente necessários para se conceber quaisquer intervenção em uma fração urbana.

No caso do quarto período do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no semestre de 2004.1, foram desenvolvidos estudos de apreensão do espaço urbano no que se refere aos aspectos ambientais, morfológicos, sensoriais e comportamentais; e elaborou-se proposta arquitetônica de equipamentos de serviço, no caso um centro comercial, incluindo o agenciamento do entorno no nível de estudos preliminares e anteprojeto.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio obtido através da Equipe do Laboratório de Conforto Ambiental – LABCON, e da Equipe CT ENERG pela compra do software ECOTECH v5.20.

## 6. BIBLIOGRAFIA

MARSH, a. **Suntool v1.10 - window shading and overshadowing**. Perth (australia) 2001.

MARSH, A. (2003). Ecotect. Perth, Square One Research Pty Ltd.

METEOROLOGIA, i.-i. N. D. 2004 2004.

OLIVEIRA, p. M. P. **Metodologia do desenho urbano considerando os atributos bioclimatizantes da forma urbana e permitinado o controle do conforto ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais**. Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. São Paulo, 1993. 1001-1013 p.