

## **A PERDA DO CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS COSTEIRAS. ESTUDO DE CASO: AV. BEIRA-MAR DE ARACAJU/SE - BRASIL.**

**E. O. Teixeira, M. A. B. Romero, G. de L. Sales, M. G. P. Cardoso**

### **RESUMO**

O presente trabalho analisa o desconforto térmico na cidade litorânea de Aracaju/SE, no Brasil, mais especificamente sua Avenida Beira-Mar, onde atualmente já é possível perceber a perda da qualidade de vida devido ao adensamento da malha urbana já saturada. Para isso, serão identificados alguns dos problemas do Plano Diretor e do Código de Obras vigentes na cidade, instrumentos que estabelecem diretrizes para a ocupação da cidade, destacando a liberação de edifícios verticais com recuos mínimos. A metodologia utilizada constou da realização de estudos bioclimáticos da Av. Beira-Mar e do bairro 13 de Julho na cidade a partir de simulações obtidas pelo uso do software ENVI-met – modelo tridimensional que simula o micro clima urbano, analisando a superfície, vegetação e atmosfera, calculando o balanço de energia. No caso foram analisadas as variáveis de temperatura/radiação, umidade do ar e velocidade do ar, em três datas específicas: 2004, 2009 e em simulação da possível situação do bairro em 2015. O resultado obtido identificou a perda total do conforto térmico dos espaços posteriores aos edifícios construídos na Av. Beira-Mar e no bairro 13 de Julho, com um aumento da sua temperatura assim como uma diminuição e o direcionamento da ventilação natural. Mostra-se com isso, que é necessário existir um controle do uso e da ocupação do solo para, além de reduzir os impactos sobre a natureza, melhorar as condições de insolação e ventilação dos ambientes, garantirá assim uma melhor qualidade do meio ambiente e melhor qualidade de vida aos seus habitantes e usuários.

### **1 INTRODUÇÃO**

A arquitetura deve atender ao homem visando sempre seu bem estar. Quando o indivíduo tem melhores condições de vida, este desenvolve suas atividades de forma mais competente. É importante que a arquitetura atenda às condições de bem estar e nisto está incluído o conforto térmico (FROTA & SCHIFFER, 2003).

No entanto, com o aumento da população e suas tecnologias, o homem passou a modificar o ambiente no qual está inserido, a partir do ato de construir suas cidades, o que interfere nas condições térmicas locais. A presença humana altera as principais variáveis climáticas para o conforto térmico, que são: temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar.

Assim como, tratar dos edifícios independentes de seu entorno, é não se preocupar com o homem e o seu meio. No entanto, estudar o espaço público, é observar e entender todos os aspectos que as construções ou elementos da natureza, como vegetação, rios, mares e lagos, topografia, etc, interagem com o mesmo.

O espaço público, diferente de uma arquitetura individual (edifício), não possui definição específica para fachada, forma, volume, etc. Citando ROMERO (2007, p. 30), “desenhar espaços públicos não é dispor massas de edifícios ou fachadas dos mesmos, mas criar uma experiência de espaço envolvente, articulado entre si e apto para o uso comum a que se destina.”

Baseando-se nisso, o presente trabalho irá identificar as principais causas da perda do conforto térmico provocado pelas novas construções e diminuição das áreas públicas, analisando uma área da Av. Beira-Mar e do bairro 13 de Julho, em Aracaju, Sergipe.

O estudo inicia-se identificando alguns dos problemas do Plano Diretor e do Código de Obras da cidade, que permitem a construção de edifícios verticais com recuos mínimos, adensando ainda mais bairros já saturados, além de apresentar de forma ampla a atual situação da sua Av. Beira-Mar.

Posteriormente, apresenta-se os estudos bioclimáticos do desenho urbano da cidade de Aracaju, mais especificamente uma área da Av. Beira-Mar e do bairro 13 de Julho, identificando suas diferenças em três épocas distintas (2004, 2009 e 2015), quanto à temperatura, umidade do ar e ventilação, a partir de uma simulação adquirida pelo uso do software ENVI-met.

Finalmente, é elaborado um quadro resumo, que identificará as principais perdas do conforto térmico dessa área, provocado pela inserção de novos edifícios verticais, além da retirada da área verde existente.

Com isso, a proposta procura demonstrar de forma prática as principais perdas que o espaço público sofre com a inserção de novas edificações, e que enquanto não houver uma preocupação com o mesmo, a cidade irá se desenvolver de forma desordenada, priorizando seus espaços internos e prejudicando cada vez mais seu desenho urbano.

## **2 PLANO DIRETOR E CÓDIGO DE OBRAS DE ARACAJU**

O aumento da atividade industrial e o crescimento populacional, fez com que a cidade se desenvolvesse de forma desordenada, não seguindo os traçados criados por Pirro (engenheiro responsável pelo projeto urbano da nova cidade matriz do Estado, Aracaju, para ser o centro político e administrativo dos sergipanos, em 1855). Já naquela época eram perceptíveis futuros problemas de planejamento. Um exemplo pode ser observado nas quadras de 110x110m, que acabam criando no seu miolo uma área perdida, servindo para formar alagadiços com águas presas, proliferação de insetos, etc (CHAVES, 2004).

Hoje, Aracaju encontra-se com uma população de aproximadamente 550mil habitantes (dados do IBGE de 2008), e o seu crescimento da sua malha urbana ocorreu em diversas direções. O último movimento de expansão ocorreu no sentido sul em direção às praias. Porém, essa ocupação ainda não atingiu o limite territorial máximo da cidade, mas a Zona de Expansão, que até cinco anos atrás, quando vista por fotos aéreas, apresentava quantidade de vazios urbanos correspondente a quase metade da área total da cidade. Atualmente já apresenta elevados índices de áreas edificadas (**Figura 1 e 2**).



**Fig. 1 - Vista aérea antiga de Aracaju (1990).**



**Fig. 2 - Vista aérea de Aracaju (2004).**

Fonte: SEPLAN – Aracaju/SE, 2004.

O Plano Diretor no Brasil é um conjunto de regras estipuladas pela lei nº10257, também conhecida como Estatuto da Cidade para cidades com mais de 20.000 habitantes, em que estabelece diretrizes para o desenvolvimento ordenado das cidades. No entanto, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Aracaju, aprovado em 2000, possui diversos erros básicos que precisam ser corrigidos de imediato, para tentar salvar a cidade de problemas futuros.

Neste item serão citados alguns fatores negativos, segundo CHAVES (2004), do atual plano diretor:

- Detecta-se que a taxa mínima de permeabilidade de um lote é de 5% da área total, prognosticando, para a cidade e suas ruas, o caos nos dias de chuva, provocando inundações e ataques ao meio ambiente.
- Destaque para a forte ocupação territorial do município, com empilhamento de prédios, que prejudicam a boa ventilação e acabam com a privacidade, fatores tão importantes para a saúde do ser humano.
- Ameaça a natureza, pela perspectiva de diminuição dos espaços verdes doados à prefeitura para uso de logradouros públicos, que baixou de 25% para 15%.
- O comprometimento que será causado pela destruição das dunas, no bairro da Aruana e adjacências, pois somente aquelas com mais de 10,00m de altura seriam preservadas, e as menores, destruídas para implantação de prédios no litoral praieiro, que formarão verdadeiros paredões com edifícios de até 12 pavimentos, bloqueando principalmente a ventilação.

Vários outros problemas no código de obras foram encontrados, sugeridos de mudança pelo IAB-SE (Instituto dos Arquitetos Brasileiros do Estado de Sergipe). Alguns dos principais são:

- Os terrenos não ocupados e que apresentem depressões deverão ser aterrados até, no mínimo, o nível do meio-fio. – Isso gera enormes problemas ambientais, pois Aracaju possui diversas lagoas de drenagem, principalmente na Zona de Expansão, que seguindo esse artigo, deverão ser aterradas.
- Largura mínima para a circulação de veículos, em sentido duplo é de 4,00m, o que não é cabível.

- Segundo o Código de Obras, são permitidos prismas fechados até 12 pavimentos. No entanto, acima de 06 pavimentos tais primas não possibilitam troca de calor com o meio externo e não promove a função de ventilação.

Tais documentos, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Aracaju-SE e o Código de Obras de Aracaju-SE, podem ser encontrados no endereço eletrônico da prefeitura. Vale ressaltar, que o Código de Obras é um documento que está vigente desde o ano de 1966, o que se tornou ineficaz em diversos aspectos. Por esses motivos, a Prefeitura de Aracaju já lançou diversas leis para o desenvolvimento adequado dos projetos, tentando solucionar alguns dos principais problemas existentes.

Em Aracaju o aumento do número máximo de pavimentos de 12 para 16, o que é pouco considerando outras capitais metropolitanas, tem ocasionado problemas nos principais bairros da cidade, construindo paredões de edifícios, impossibilitando a ventilação e iluminação adequada, prejudicando ainda mais o espaço público utilizado pela sociedade que hoje é quase inexistente nesses bairros.

Analisando os problemas citados, é fácil entender que tais conflitos ocorram devido à ausência adequada de afastamentos dos edifícios. Observando a tabela de afastamentos e recuos a seguir, contida nas “Normas aplicáveis a projetos de edificação multiresidencial”, de 03/10/2005 da Prefeitura de Aracaju, percebe-se que existe a possibilidade de construir edifícios paralelos de até 16 pavimentos, com afastamento mínimo de 3,40m. Outro problema é o mínimo recuo dado para frente do terreno, que com um balanço permitido de

### **3 A AV. BEIRA-MAR – ÁREA DE ESTUDO**

A Av. Beira-Mar é uma das principais avenidas de Aracaju. Ao contrário do nome, ela percorre o Rio Poxim e o Rio Sergipe, atravessando grande parte da cidade, no trajeto norte-sul. Iniciando pelo nome de Av. Otoniel Dórea, no bairro Industrial, segue como Av. Ivo do Prado, no bairro Centro. Apenas ao chegar ao bairro 13 de Julho que recebe o nome Av. Beira-Mar, percorrendo ainda o bairro Jardins e o bairro Farolândia, chegando a aproximadamente 10km de comprimento.

Grande parte da avenida é voltada para o mangue pelo lado leste, enquanto todas as construções são situadas no oeste. Apenas no bairro jardins que existe um parque público, chamado de Parque da Sementeira. Além de ser uma enorme área verde conservada e preservada, é um dos únicos espaços públicos que ainda recebe visitas da sociedade.

Aracaju, hoje, possui mais de 150 anos, e ainda está em constante crescimento. As construtoras procuram cada vez mais lucrar com seus empreendimentos, construindo blocos apertados entre si para ocupar melhor seu terreno. Entre o ano de 2000 e 2009, apenas na Av. Beira-Mar e poucas ruas adjacentes, mais de 12 edifícios residenciais foram lançados, de 02 e 04 apartamentos por andar.

Hoje, os bairros Jardins e 13 de Julho possuem a melhor localização e com o maior custo de área/m<sup>2</sup>, sendo os dois bairros como principais pontos para empreendimentos verticais na cidade. Além disso, possuem diversos terrenos livres, em que as construtoras de grande porte são donos, o que poderá ocasionar em novos condomínios residenciais, adensando ainda mais o bairro.

## 4 ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS DA AV. BEIRA-MAR E RUAS ADJACENTES DE ARACAJU/SE

Baseando-se na preocupação da ocupação desordenada dos bairros apresentados, será demonstrada uma análise individual do comportamento bioclimático de uma área estudada no bairro 13 de Julho, em Aracaju, analisando a temperatura/radiação, velocidade do ar e umidade do ar, em três datas específicas. Os estudos, realizados no software ENVI-met, mostrarão as alterações no espaço público no decorrer dos anos, onde será possível fazer uma comparação entre as datas, demonstrando os resultados obtidos, analisando o conforto térmico do bairro em diferentes épocas da cidade.

O software *ENVI-met* é um modelo tridimensional que **simula** o microclima urbano, de acordo com diferentes estudos do entorno. Analisando a superfície, vegetação e atmosfera, o programa calcula o balanço de energia, utilizando as variáveis: Radiação, Reflexão, Sombreamento de edifícios e vegetação, Fluxo do ar, Temperatura, Umidade, Turbulência local e sua taxa de dissipação e, Trocas de água e calor dentro do solo.

O programa pode ser utilizado em diversas áreas, tais como: Climatologia Urbana, Arquitetura, Projeto de Edificações, Planejamento Urbano, etc.

Desenvolvido pelo geógrafo Michael Bruse, da Universidade de Bochum (Alemanha), o programa foi baseado em diversas pesquisas científicas, estando em constante atualização.

Além de possuir uma interface de manuseio simples, é possível entender e analisar facilmente os resultados obtidos pelo programa.

Vale ressaltar que o uso do software é apenas uma base para **simulação** e obtenção de resultados, e que para uma pesquisa mais precisa, seria necessário uma análise de campo, com uso de equipamentos específicos para cada situação.

### 4.1 BAIRRO 13 DE JULHO – ÁREA DE ESTUDO

A Av. Beira-Mar possui aproximadamente 10km de comprimento. É uma área que vem sofrendo constantes mudanças na última década, entre 2000-2009. Várias construções foram derrubadas para dar lugar a condomínios residenciais.

A área de estudo será o bairro 13 de Julho (**Figura 3**), que se encontra atualmente em constantes mudanças no seu sistema viário, tendo em vista o grande adensamento populacional nos últimos anos.



**Fig. 3 – Localização da área de estudo – Área do bairro 13 de Julho.**

Fonte: Alteração na imagem do SEPLAN – Aracaju/SE, 2004.

#### 4.2 BAIRRO 13 DE JULHO – 2004, 2009 e 2015

O governo do estado de Aracaju possui sempre teve uma grande preocupação com o meio ambiente, assim como sempre se interessou com o bairro 13 de Julho, pois, além de possuir uma das maiores áreas de manguezal da cidade, é um dos principais pontos de interligação e passagem para os outros bairros.

No entanto, nunca houve uma preocupação com o conforto ambiental do bairro em si, que sempre esteve e ainda está em constantes modificações.

Iremos analisar então uma parte do bairro 13 de Julho, estudando alguns elementos bioclimáticos (temperatura/radiação, ventilação natural e umidade do ar), analisando-os com outras datas específicas e comparando as principais mudanças nesses quesitos. Ressaltamos novamente que o uso do software ENVI-met gera uma simulação da realidade, que servirá como base para o resultado desta pesquisa.

Para o uso do programa, foi necessário o desenvolvimento da área delimitada (**Figura 4**) em forma de malha urbana, simplificando suas estruturas. Esta, conforme sua legenda foi definida da seguinte maneira: área arborizada (inclusive manguezal), gramada, pavimentada, asfaltada e edifícios baixos, médios e altos, que pode ser analisado na **Figura 5**.



**Fig. 4 – Área de estudo ampliada – Área**



**Fig. 5 – Malha urbana da área de estudo**

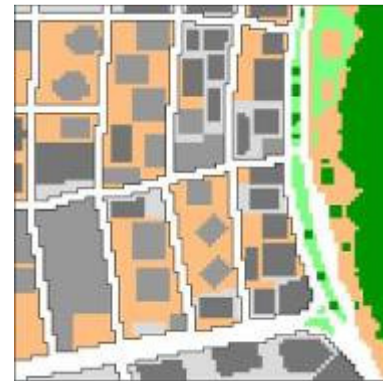
**do bairro 13 de Julho (2004).**

Fonte: SEPLAN – Aracaju/SE (2004).



**Fig. 6 – Malha urbana da área de estudo ampliada – Área do bairro 13 de Julho (2009).**

**ampliada – Área do bairro 13 de Julho (2004).**



**Fig. 7 – Malha urbana da área de estudo ampliada – Área do bairro 13 de Julho (2015).**

Legenda.



É possível analisar a partir dessa malha, que a área verde arborizada é mínima, pois grande parte dela é manguezal, enquanto as demais são áreas gramadas. Suas construções, em sua grande maioria são condomínios residenciais multifamiliares, com edifícios entre 12 e 16 pavimentos. Grande parte da área definida como edifícios baixos são residências ou comércio (galerias de lojas) de 2 a 3 pavimentos de altura.

Entre 2004 e 2009, várias mudanças ocorreram no bairro 13 de Julho. Novos condomínios residenciais multifamiliares foram construídos, gerando uma saturação no sistema viário, que com isso foi preciso ser totalmente reformulado.

Comparando a malha da **Figura 5** (situação em 2004) com a da **Figura 6** (situação em 2009), é perceptível notar as diversas mudanças ocupacionais ocorridas no bairro, com a inserção de novos edifícios verticais, diminuindo a quantidade de terrenos vazios e áreas verdes.

Baseando nisso, foi realizada uma análise ocupacional da área já estudada para o ano de 2015, ocupando possíveis áreas que poderão comportar a construção de novos edifícios verticais e condomínios já lançados pelas construtoras, para verificar as novas diferenças bioclimáticas do espaço urbano (**Figura 7**).

Tal ocupação se deu entendendo que edifícios verticais já construídos possuem uma porcentagem mínima de serem demolidos para dar espaço a uma nova construção, assim como foi adotado afastamentos mínimos de seus limites territoriais, conforme estudado no capítulo 3.2 sobre o atual Plano Diretor de Aracaju.

Outro fator importante nessa análise foi a retirada do canteiro central da Av. Francisco Porto (perpendicular a Av. Beira-Mar), para atender a nova demanda de automóveis do bairro.

A partir disso, será apresentado uma comparação entre as simulações de temperatura/radiação, velocidade e umidade do ar, do dia 24 de agosto de 2004, com as do ano de 2009 e 2015.

*Obs.: Todos os dados de temperaturas, velocidade e umidade relativa do ar foram obtidos em organizações climatológicas específicas, tomadas em nível do solo. Vale ressaltar que por ser uma data estimada, todos os dados de temperaturas, velocidade e umidade relativa do ar foram simulados a partir de uma comparação entre as mudanças climáticas do ano de 2004 e 2009 (quase mínima), tomadas em nível do solo.*

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste trabalho foram apresentados conceitos básicos sobre conforto térmico nos espaços construídos, analisando a temperatura, radiação, umidade e velocidade do ar. Além de entender a diversidade dos espaços públicos, fizemos uma análise a partir do software ENVI-met, onde foi possível simular efeitos bioclimáticos em três épocas distintas na mesma área.

A cidade de Aracaju, como pode ser analisada, passou por diversas modificações no decorrer dos últimos anos. O bairro 13 de Julho, análise deste estudo, possuiu diversas variações de conforto térmico nesse mesmo tempo, devido à inserção de novos edifícios verticais, principalmente residenciais.

Sem possuir uma análise de estudo bioclimático, o bairro acabou sofrendo diversas intervenções, como a diminuição de uma enorme quantidade de áreas livres e aumentando o fluxo de automóveis.

Alguns autores identificam que os espaços públicos devem ser abertos e densamente arborizados, onde áreas gramadas devem ser substituídas pelas pavimentadas auxiliando na redução da absorção da radiação solar e a reflexão sobre as superfícies construídas.

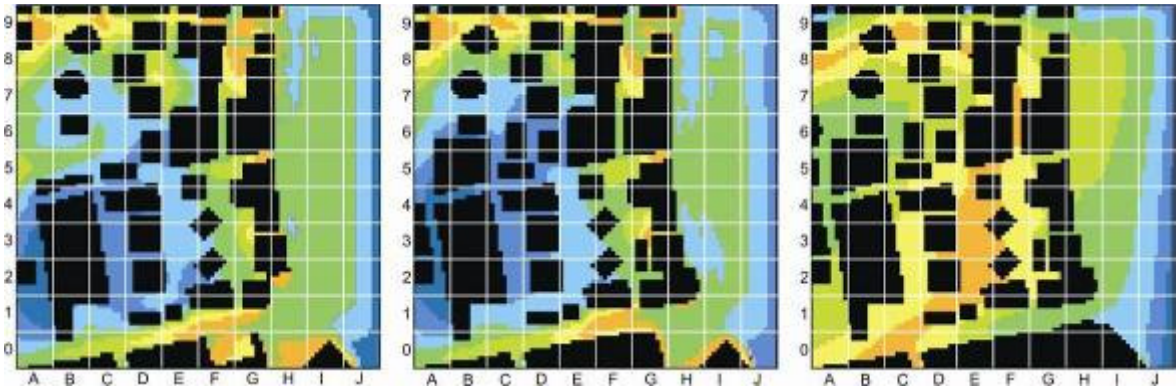
No entanto como já citado, no decorrer dos anos o bairro 13 de Julho passou por modificações contraditórias ao citado anteriormente, onde sua área verde foi substituída por construções de 16 pavimentos, totalmente pavimentadas, com recuos mínimos, adensando ainda mais sua malha urbana. Diante dessa situação, é possível prever que com o aumento da população nessa mesma área, fará com que a Av. Francisco Porto, perpendicular a Av. Beira-Mar, retire seu canteiro central arborizado para permitir uma nova faixa de rolamento no sistema viário.

Faremos então uma análise comparativa das simulações bioclimáticas realizadas nessa área do bairro 13 de Julho, para entender as diferenças térmicas que as construções provocam no espaço público. É possível verificar com tal simulação, que o aumento da ocupação espacial provoca diferenças térmicas percentuais no espaço público, de acordo com a sua ocupação.

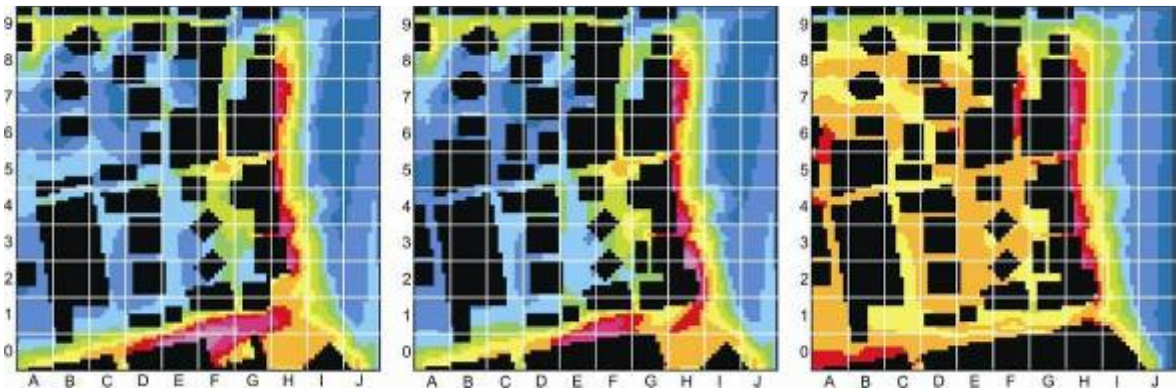
### Legenda para as figuras 8-11 – Temperatura em °C.



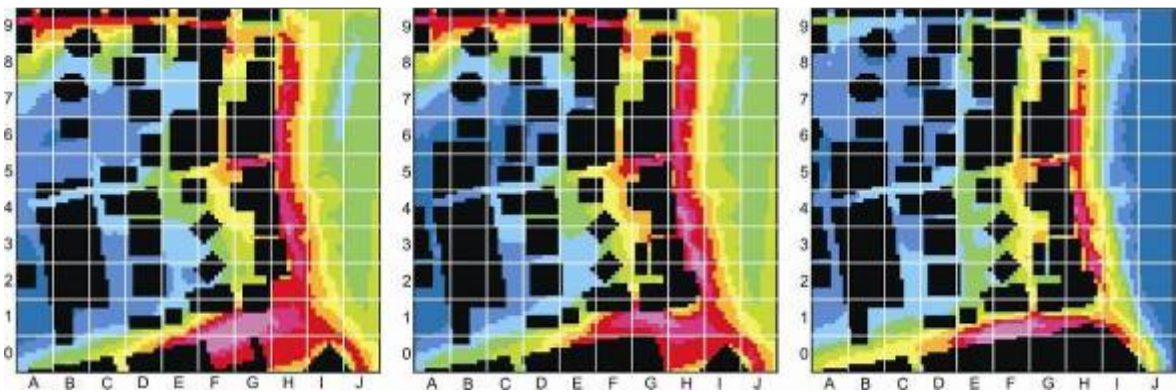




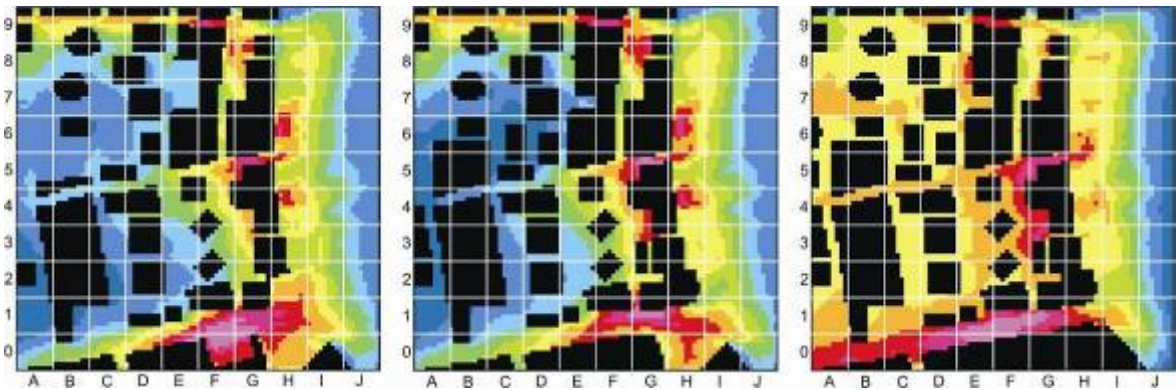
**Fig. 8 – Temperatura – 9:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**



**Fig. 9 – Temperatura – 12:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**



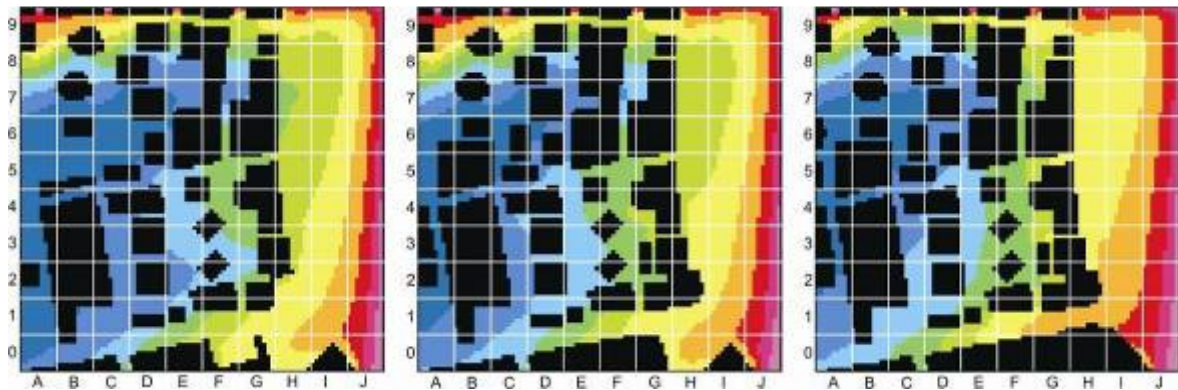
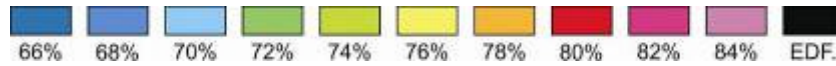
**Fig. 10 – Temperatura – 15:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**



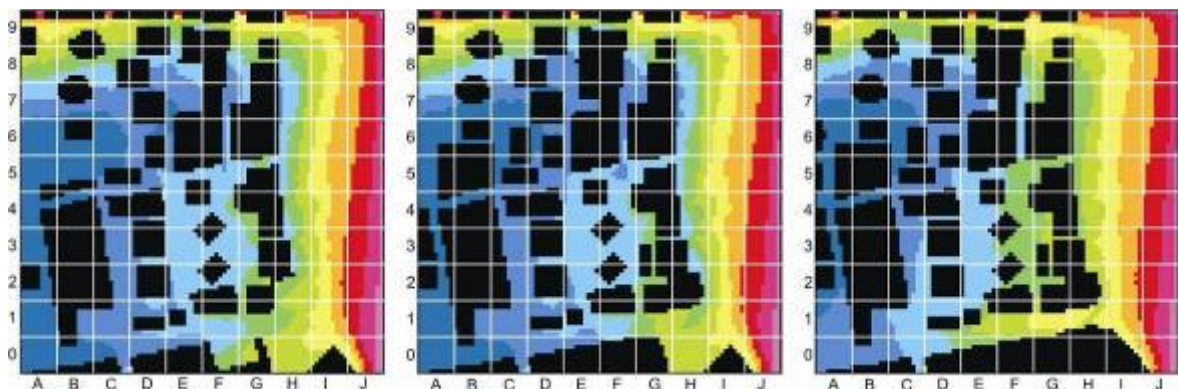
**Fig. 11 – Temperatura – 18:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**

Verificando as **figuras 8-11**, observamos que as mudanças de temperatura entre o ano de 2004 e 2009 são pontuais de acordo com as novas edificações. No entanto, para o ano de 2015, ocorre uma mudança térmica em toda a área, aumentando sua temperatura local em quase 5°C, inclusive no período da noite. Nota-se, inclusive, que a área arborizada retirada da Av. Francisco Porto em 2015 (A-C,0) ocasionou também no aumento da temperatura local.

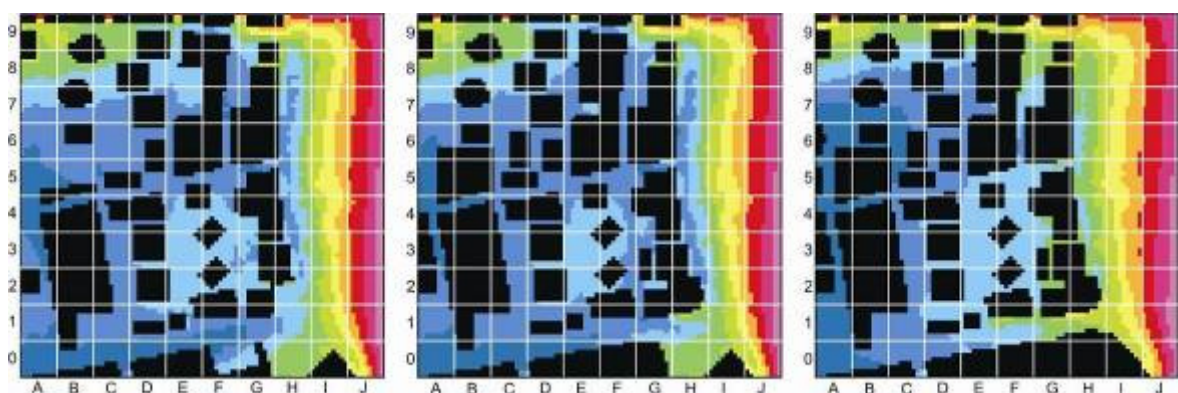
**Legenda para as figuras 12-15 - Umidade do ar em %.**



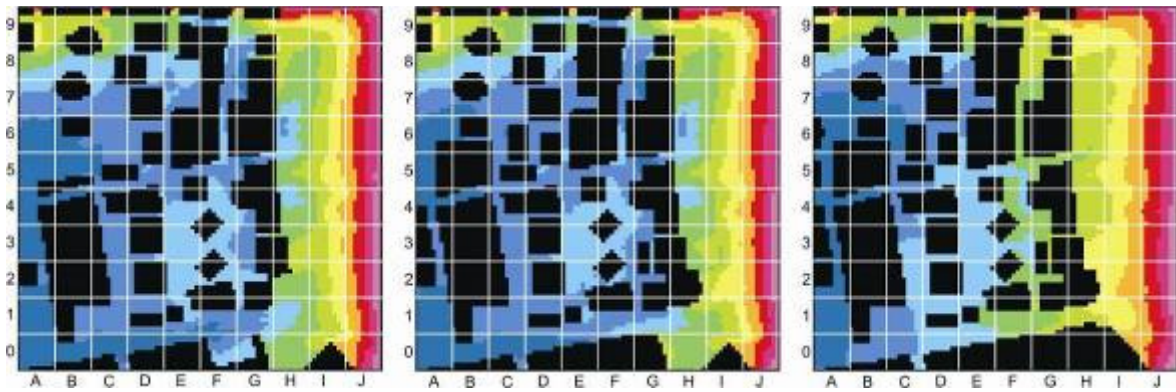
**Fig. 12 – Umidade do ar – 9:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**



**Fig. 13 – Umidade do ar – 12:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**



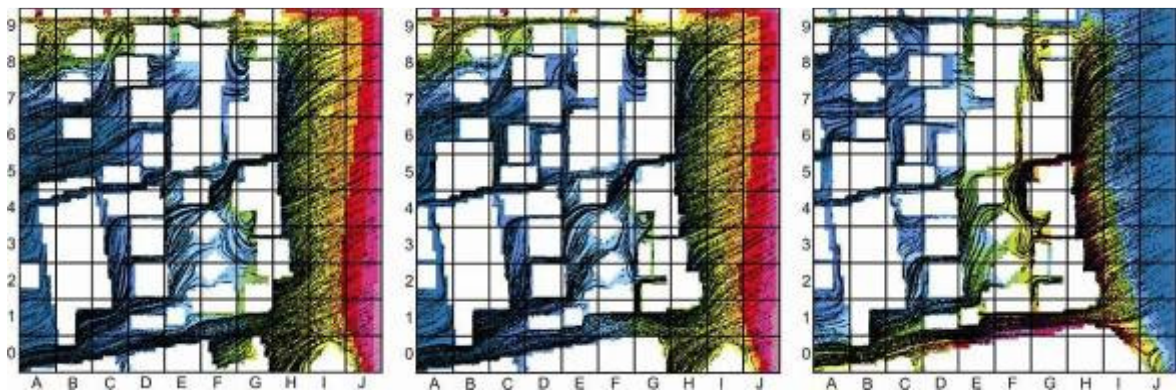
**Fig. 14 – Umidade do ar – 15:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**



**Fig. 15 – Umidade do ar – 18:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**

Em relação a umidade do ar (**Figuras 12-15**), a área de intervenção acontece em toda a região. É perceptível no entanto, que a retirada da área verde não influencia na mudança da umidade do ar, e sim, o aumento do número de edifícios que interfere na quantidade de radiação na superfície do solo, aumentando assim a umidade do ar.

O principal ponto dessa simulação é perceber que o aumento da quantidade das edificações influenciam diretamente nas primeiras ruas paralelas a Av. Beira-Mar, onde o adensamento vertical é maior, modificando sua umidade do ar de 68-70% a 74-76%, conforme a análise das figuras acima.



**Fig. 16 – Ventilação – 12:00h (2004, 2009 e 2015 respectivamente).**

No quesito ventilação (**Figura 16**), verificamos a diminuição e o afunilamento da ventilação natural provocado pelos novos edifícios verticais. Tal efeito bioclimático está correlacionado ao aumento de temperatura, já analisado anteriormente. A importância de tal simulação é perceber que os edifícios posteriores aos da Av. Beira-Mar sofrem diretamente com a falta de ventilação natural, onde o afunilamento acontece em sua maioria, nas áreas não ocupadas, como nesse caso, as vias de rolamento do sistema viário.

Após a realização das simulações podemos verificar que a construção de novos empreendimentos, principalmente verticais, sem um estudo bioclimático adequado, provocará uma perda do condicionamento térmico do espaço público. Tal perda está relacionada diretamente ao conforto do indivíduo, prejudicando suas funções diárias e diminuindo seu rendimento no trabalho, de acordo com os estudos citados por FROTA & SCHIFFER (2003).



Percebemos então que é essencial fazer uma análise da área a ser inserido o novo empreendimento no espaço urbano, uma vez que existem situações diferenciadas dentro da estrutura espacial, alteradas de acordo com o clima local, temperatura, ventos e umidade, para garantir um equilíbrio térmico entre o homem e o ambiente.

## 6 REFERÊNCIAS

CHAVES, Rubens Sabino Ribeiro. (2004). **Aracaju. Pra onde você vai?** Aracaju, SE.

FROTA, Anésia B. e SCHIFFER, Sueli R. (2003). **Manual de Conforto Térmico.** São Paulo, Studio Nobel, 8ª Ed

LIBÓRIO, Ana Luiza Prata. (2006). **Mercado Municipal de Aracaju: o reforço da tradição local e o resgate da paisagem urbana do centro histórico.** In: Heliana Comin Vargas; Ana Luisa Howard de Castilho. *Intervenções em centros urbanos: objetivos, estratégias e resultados.* 1ª Ed. SP: Ed. Manole.

FALCON, Maria Lúcia de Oliveira; FRANÇA, Vera Lúcia Alves (Orgs.) (2005). **Aracaju: 150 anos de vida urbana.** Aracaju, SE: PMA/ SEPLAN.

IBGE. **Censo Demográfico 2008.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

JACOBS, Jane (2003). **Morte e vida das grandes cidades;** São Paulo: Martins Fontes.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. (1997). **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo, PW Editores.

ROMERO, Marta B A. (2007). **A arquitetura bioclimática do espaço público.** Brasília, Editora Universidade de Brasília, 226p. (3º reimpressão).

ROMERO, Marta B. A. (2000). **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo, ProEditores, 128p. Il. 2º edição.