



15^o Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA
24 e 25 de agosto de 2011
Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA

**INFLUÊNCIA DA VERTICALIZAÇÃO NA TEMPERATURA DO AR E TETOS VERDES
PARA MITIGAR O EFEITO TÉRMICO NA GRANDE BELÉM**

Andrezza de M. Barbosa¹, Lucieta G. Martorano², Irving M. Franco³, Daiana C. A. Monteiro⁴

¹Estudante de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Pará– UFPa – andrezzambarbosa@gmail.com

²Dra./Orientadora - Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

³Dr./Orientador - Universidade Federal do Pará

⁴Colaboradora externa do trabalho, estudante de mestrado em ecologia aplicada – ESALQ/USP.

Resumo: A capital do Estado do Pará vem mudando a sua paisagem urbanística com a intensificação de edifícios de grande porte. Em Belém, sensações de desconforto térmico são frequentemente associadas ao processo de verticalização e diminuição de suas áreas verdes. Objetivou-se com este trabalho avaliar evidências desses efeitos usando séries históricas de 44 anos de temperatura do ar e dados disponibilizados na literatura sobre a evolução do número de pavimentos de 1878 a 2009. Os resultados indicaram que as temperaturas mínimas se elevaram nos últimos 16 anos, expressas em termos de anomalias quentes, a partir de 1995. A redução das amplitudes térmicas é explicada, cerca de 93%, pela verticalização urbana, indicando a necessidade de estratégias mitigadoras dos efeitos de bolsões de calor, principalmente nos bairros mais verticalizados. A proposta de uso de tetos verdes visa atenuar o aquecimento, ainda que em edifícios altos a relação de área de cobertura pela área envoltória seja mínima, sendo o mais indicado as fachadas verdes. Porém o uso de tetos vegetados não deixa de representar uma ação significativa para potencializar as reduções de ganhos de calor por opaco, redesenhando por meio de uma arquitetura bioclimática a paisagem urbana da grande Belém.

Palavras-chave: ilhas de calor, infravermelho, anomalias, amplitude térmica

Introdução

Conforme dados de Mello (2007) é possível identificar que Belém vem passando por um processo de verticalização, mudando o número de pavimentos de 5 andares até 1949 para edificações mais elevadas nas últimas décadas. De 1954 até 2001 a cidade teve como destaque o edifício Manoel Pinto da Silva com 26 pavimentos. Em 2002, o edifício Pégasus aparece no cenário da capital paraense com 35 andares e em 2009 os 40 pavimentos das torres Village Sun/Moon carimbam o processo de verticalização na cidade. Os bairros Umarizal e Doca de Souza Franco são apontados por Oliveira et al (2005) como as principais zonas com modificações no *skyline* da cidade. Em paralelo, as áreas verdes na grande Belém vêm diminuindo, e segundo o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-



15^o Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA
24 e 25 de agosto de 2011
Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA

IMAZON por Paranaguá et al (2003) em 1986, a área verde de Belém representava 50% do território (588 km²), em 1994 essa área foi reduzida para 37% (434 km²) e em 2001 para 33% (388 km²), totalizando perda de 200 km² (17%) de sua cobertura florestal.

Estudos apontam que nos grandes centros urbanos os bolsões de calor vêm se intensificando nas últimas duas décadas. A presença predominante de edifícios sem o respeito a afastamentos laterais, criando um emparedamento e consequentes barreiras à ventilação, e a não utilização de soluções arquitetônicas a exemplo dos pilotis, que geram permeabilidade do edifício junto ao térreo permitindo a circulação do vento, contribuem para a ocorrência de ilhas de calor provocadas por anomalias térmicas em razão da temperatura do ar em áreas urbanas ser superior as das zonas rurais, onde a cobertura vegetal participa na atenuação da temperatura. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o regime térmico da cidade de Belém visando identificar possíveis efeitos da verticalização tendo como estratégia mitigadora o uso de tetos verdes em edifícios na grande Belém.

Material e Métodos

Foram tratados dados de temperatura do ar (máximas, mínimas e médias), correspondentes a série histórica homogênea de 44 anos (1967 a 2010), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia-INMET. Fez-se a análise exploratória e avaliou-se anomalias térmicas (quentes e frias), usando a mesma metodologia de Ambrizzi (2002). Calculou-se as amplitudes térmicas, normalizou-se, e os valores foram classificados em ordem crescente. Dados disponibilizados em Mello (2007) foram também normalizados e avaliados em função das amplitudes térmicas e temperaturas mínimas. O uso de tetos verdes como estratégia de atenuação de calor em edificações tem sido testado utilizando-se como elementos filtrantes e drenantes a palha de coco (*Cocos nucifera*) e o caroço de Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), respectivamente. Destaca-se que vem sendo realizado um experimento com minilísímetros, confeccionados com recipiente PET (10 litros), monitorando-se o desempenho da espécie vegetal e seu consumo hídrico. Para testar os efeitos térmicos nos materiais usados, realizou-se campanhas de avaliações em horários de alta intensidade térmica. Uma manta de palha de coco foi colocada sobre a laje do Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia-CEAMAZON coberta com caroços de açaí. Foram tomadas medidas usando um sensor de imagem térmica (Flir A320) no infravermelho, para investigar as respostas térmicas desses materiais.



15^o Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA
24 e 25 de agosto de 2011
Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA

Resultados e Discussão

Ao analisar os dados das Normais climatológicas (INMET, 2009) observou-se que as temperaturas em Belém atingem seus valores máximos no período menos chuvoso (Junho a Novembro) alcançando 32,3°C em Novembro. Na série histórica de 1967 a 2010, usando dados diários do INMET, verificou-se que as médias das temperaturas máximas no mês mais quente, atingiu os 33,1°C, ultrapassando a climatologia térmica de novembro, associado a uma situação de anomalia quente no ano de 1969. Em termos de temperaturas mínimas climatológicas o menor valor registrado foi de 21,6°C, no mês de Outubro. Na série de dados avaliada, verificou-se que o menor valor foi de 21,1°C, indicando uma situação de anomalia fria em 1971 e 1976, sendo a temperatura média do período estudado de 27,1°C. As temperaturas mínimas nesses 44 anos de observações variaram entre 21,1 a 23,9 °C, sendo que 73% das mínimas concentram-se na faixa de 21,9 a 23,5°C, e 22,7 a mínima mais frequente. As temperaturas máximas da série ficaram cerca de 80% abaixo das Normais Climatológicas, mas 100% das temperaturas médias da série analisada superaram a climatologia térmica média, influenciadas pelas temperaturas mínimas que atingiram 90% dos valores superiores às Normais. Ao comparar os valores de anomalias, identificou-se que a partir de 1995 houve dominância das anomalias quentes, que podem estar associadas à mudança do *skyline* da cidade, conforme os estudos de Oliveira et al (2005) (Figura 1).

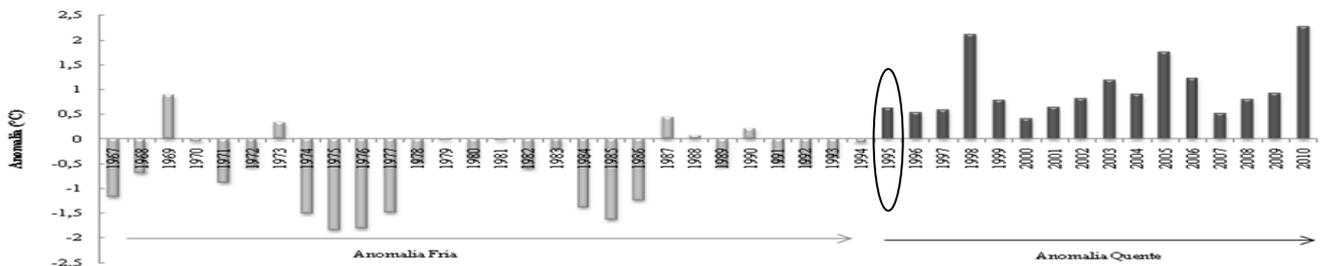


Figura 1 Anomalias da temperatura média do ar de 1967 a 2010, em Belém, Pará.

Ao comparar o aumento o número de pavimentos com as amplitudes térmicas verificou-se que 93% das variações estão correlacionadas com a verticalização na grande Belém (Figura 2). Neste sentido, o uso de tetos verdes visa mitigar os efeitos de bolsões de calor, potencializando a redução da temperatura pelo resfriamento decorrente das taxas evapotranspiratórias da vegetação. As plantas impedem, em parte, a passagem do calor, promovendo o resfriamento das coberturas dos prédios e, conseqüentemente, o conforto térmico interno das edificações (LAMBERTS et al, 1997). Quanto a superfície que recebia ação direta dos raios solares no CEAMAZON, no dia 7 de Junho às 15:00 h,



15^o Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA
24 e 25 de agosto de 2011
Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA

horário predominante das temperaturas máximas nesse mês, registrou-se a temperatura em torno de 50°C, na fibra de coco 30°C e na superfície de açai cerca de 37,4°C (Figura 3).

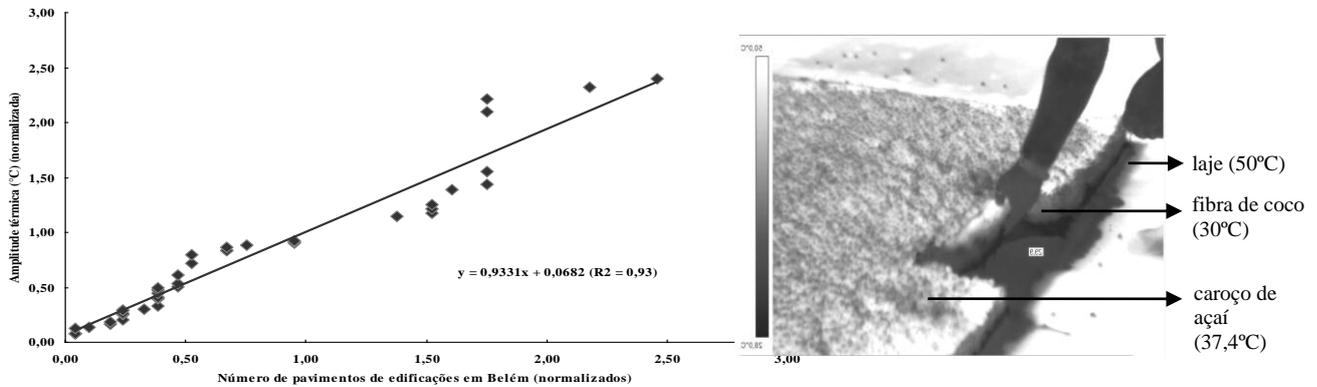


Figura 2. Número de pavimentos relacionados às amplitudes térmicas na grande Belém no período de 1967 a 2009.

Figura 3. Temperaturas dos substratos dos tetos verdes e da laje no CEAMAZON/UFPA.

Conclusões

A verticalização influencia as temperaturas mínimas do ar em Belém e os tetos verdes utilizando caroço de açai e fibra de coco, são alternativas mitigadoras do efeito térmico e do lixo urbano.

Referências Bibliográficas

- AMBRIZZI, Alexandre B. P. e T. **Uma associação entre as anomalias da temperatura da superfície do mar dos oceanos Pacífico e Atlântico e a temperatura, geadas e precipitação na estação meteorológica do IAG/USP, em São Paulo, durante o período de inverno. Anais.** São Paulo: USP. Departamento de Ciências Atmosféricas. 2002. p.165-179.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Departamento Nacional de meteorologia. **Normais climatológicas (1961 - 1990).** Brasília, DF, 2009.
- LAMBERTS, Roberto; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay; DUTRA, Luciano. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.
- MELLO, Fábio de. **A verticalização em Belém do Pará: Um estudo das transformações programáticas e arquitetônicas em edifícios residenciais multifamiliares.** 2007. 163p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, Janete Marília Gentil Coimbra de; FRANÇA, Carmena Ferreira de; BORDALO, Carlos Alexandre Leão. **A verticalização em Belém-Pará, Brasil, nos últimos trinta anos: a produção de espaços segregados e as transformações sócio-ambientais.** In: X encontro de geógrafos da América Latina, 2005, São Paulo. **Anais.** São Paulo: USP, 2005. p. 10609 – 10620.
- PARANAGUÁ, Patrícia; MELO, Paula; SOTTA, Eleneide Doff; VERÍSSIMO, Adalberto. **Belém Sustentável.** Belém: Imazon, 2003. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/belem-sustentavel>. Acessado em 21/07/2011.