

## **Edificações verticalizadas e efeitos associados às condições térmicas em Belém, Pará**

**Andrezza de Melo Barbosa**

*Master's Student in Civil Engineering, Federal University of Amazonas, Manaus*  
[andrezzambarbosa@gmail.com](mailto:andrezzambarbosa@gmail.com)

**Lucieta Guerreiro Martorano**

*PhD in Agrometeorology, Research "A" at the Embrapa, Belém*  
[lucieta.martorano@embrapa.br](mailto:lucieta.martorano@embrapa.br)

**Virginia Mansanares Giacon**

*PhD in Chemical engineering, Federal University of Amazonas, Manaus*  
[giacon@ufam.edu.br](mailto:giacon@ufam.edu.br)

**ABSTRACT:** O Painel Intergovernamental de Mudanças Climática (IPCC) vem alertando para o aumento da temperatura média na Terra. Os grandes centros urbanos intensificaram as áreas construídas, verticalizaram suas edificações para expandir a capacidade de aporte populacional, ampliaram a área asfaltada do sistema viário, reduziram as áreas permeáveis e vegetadas condicionando o surgimento de vários fatores ambientais, inclusive as ilhas de calor nas grandes cidades. Objetivou-se neste trabalho avaliar respostas térmicas capazes de expressar evidências associadas ao processo de verticalização em Belém, Pará. Utilizou-se uma série histórica de dados mensais de temperatura do ar totalizando 44 anos (1967 a 2010) para analisar condições térmicas que descrevem o clima local. Para avaliar a verticalização foram analisados dados disponíveis na literatura sobre a evolução do número de pavimentos de 1878 a 2009 em Belém. Fez-se análise de anomalias, amplitudes térmicas e testes de correlação entre essas variáveis resposta. Os resultados indicaram que as temperaturas mínimas do ar se elevaram nos últimos 16 anos, expressas em termos de anomalias quentes, a partir de 1995 que podem estar associadas à mudança do skyline, principalmente nos bairros Doca de Souza Franco e Umarizal. Houve redução das amplitudes térmicas, evidenciando aumento da temperatura mínima aproximando-se do gradiente das temperaturas médias que foi explicada com cerca de 93% pela verticalização urbana. Conclui-se que existe necessidade de adoção de estratégias mitigadoras para evitar possíveis ilhas de calor em bairros mais verticalizados de Belém.

**Keywords** *Anomalias, skyline, ilhas de calor, temperatura mínima.*

## 1. INTRODUÇÃO

A região norte brasileira é formada por sete estados, sendo que em 2011 apresentava uma população estimada em aproximadamente 16 milhões de habitantes. O estado do Pará contabilizava uma população de 8 milhões de pessoas, concentrados em aproximadamente 1.4 milhões de residentes na capital paraense (IBGE, 2014), considerada a “metrópole da Amazônia”.

Nos últimos 40 anos a cidade de Belém recebeu um intenso fluxo migratório com adensamento demográfico nos bairros, infraestrutura comercial, aumento em áreas asfaltadas de vias de tráfego, ocasionando concentrações no processo de verticalização habitacional, principalmente nas áreas com maior infraestrutura como nos bairros do Umarizal, Batista Campos, Nazaré e Marco (RODRIGUES et al., 2015).

Os dados do IBGE (2010) apontavam que cerca de 90% dos domicílios eram classificados na categoria de aglomerados subnormais, indicando que Belém continha predominância de construções com baixa elevação. Fatores relacionados à infraestrutura da cidade e mudanças no tipo de edificações vêm proporcionando diversos problemas à população, entre eles, sensações de desconforto térmico devido, principalmente, pela redução de áreas verdes e ausência de soluções arquitetônicas que priorizam o conforto térmico em função das características climáticas da região amazônica.

Mello (2007) ressaltou que Belém passou por diferentes processos de verticalização. Até 1949 as edificações mais elevadas apresentavam apenas 5 pavimentos e, entre 1954 a 2001 a cidade teve como destaque o edifício Manoel Pinto da Silva com 26 pavimentos. Em 2002, o edifício Pégasus foi construído na capital paraense com 35 andares e, em 2009 duas torres de 40 pavimentos (Village Sun/Moon) consolidam o processo de verticalização na cidade.

Os bairros Umarizal e Doca de Souza Franco foram apontados por Oliveira et al. (2005) como as principais zonas com modificações no skyline da cidade, apresentando padrões construtivos em elevação com níveis significativos, pois as edificações com até 40 pavimentos são permitidas pelo Ministério da Aeronáutica (Ferreira & Nahun, 2008). Segundo Paranaguá et al. (2003). Em 1986 a área verde de Belém representava 50% do território (588 km<sup>2</sup>), sofrendo reduções em 1994 na ordem de 37% (434 km<sup>2</sup>) e novamente em 2001 para 33% (388 km<sup>2</sup>), totalizando perda de 200 km<sup>2</sup> (17%) de sua cobertura florestal.

De acordo com o IBGE (2012), as duas capitais da região Amazônica são as menos arborizadas do país, onde Manaus apresenta 25,1% de percentual arborizado e Belém, a cidade menos arborizada do Brasil, apresentou percentual de somente 22,4% de árvores no entorno dos domicílios, em área pública. Vale ressaltar que mesmo sendo Belém considerada a cidade das mangueiras, sua área vegetada é considerada reduzida aos padrões de áreas vegetadas em centros urbanos no Brasil.

Aspectos como edifícios sem afastamentos laterais e, conseqüentes barreiras à ventilação, sem uso de pilotis para ampliar a permeabilidade à circulação do vento, entre outros, contribuem para propiciar a formação de ilhas de calor nas cidades. Em anos com anomalias térmicas esses efeitos podem ser intensificados nessas áreas urbanas

aumentando o uso de energia elétrica, por exemplo, em cidades quentes e úmidas na Amazônia. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o regime térmico da cidade de Belém associado ao aumento do gabarito dos edifícios da capital paraense.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo das variáveis térmicas de Belém, foi realizada análise exploratória dos dados de uma série histórica, homogênea, de 44 anos (1967 a 2010), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Foram tratados dados de temperatura do ar (máximas, mínimas e médias), bem como as anomalias térmicas (quentes e frias), usando os pressupostos de Ambrizzi (2002). As amplitudes térmicas foram calculadas e normalizadas, bem como fez-se a normalização dos dados de número de pavimentos por edificação. Foram avaliadas se havia correlação em função das variáveis térmicas analisadas (Figura 1).

Os dados foram organizados em planilhas no software Excel 2007, contendo valores de temperaturas do ar (mínima, média e máxima) registradas na estação meteorológica do INMET. Posteriormente, analisou-se todos os meses no decorrer de todos os anos, comparando-se desta forma o comportamento de cada mês durante 44 anos.

Anomalias térmicas (frias e quentes) foram calculadas, através da análise estatística de Desvio padrão, e realizou-se a normalização do número de pavimentos para verificação de correlações. Também avaliou-se a amplitude térmica para avaliar possíveis respostas associadas às mudanças da temperatura do ar em relação ao aumento de gabarito e possíveis respostas em termos de conforto térmico em Belém.

Influências de mecanismos de grande escala como o Enos também foram analisados, observando-se os anos de ocorrência de El Niño e La Niña, fracos, moderados e fortes, disponibilizado na base de dados do INPE/NOAA. Com esses dados, realizou-se uma análise em relação à temperatura do ar de Belém e suas possíveis interferências.

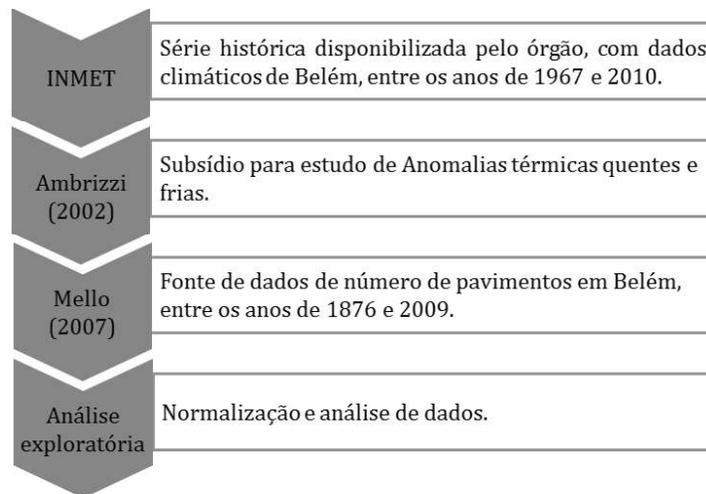


Figura 1. Diagrama metodológico. Fonte: Autores.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao avaliar a evolução do skyline da cidade de Belém, observou-se que a verticalização da cidade se manteve até meados da década de 40 (século XX) com gabaritos pouco expressivos, representados por edificações de até 5 pavimentos. Na década seguinte foi construído o prédio mais alto da região Norte até então, nomeado Manoel Pinto da Silva, com 26 pavimentos (MELLO, 2007) e uma configuração inovadora para a época.

A hegemonia do mesmo (Manoel Pinto) se manteve até o início da década de 80, quando o segundo edifício com o mesmo número de pavimentos foi construído, em 1981 (Figura 2). Em 2000 a capital paraense passou a receber edificações superiores a 30 pavimentos com torres de 40 andares (altura máxima), em 2009 (MELLO, 2007).

Dessa forma, a cidade que possuía uma configuração predominantemente horizontalizada, passou a verticalizar seu skyline (Figura 3), principalmente em bairros centrais como Umarizal, Doca de Souza Franco e Batista Campos, retratando também o alto poder aquisitivo destas zonas bem como um dos metros quadrados mais caros da cidade (OLIVEIRA et al., 2005).

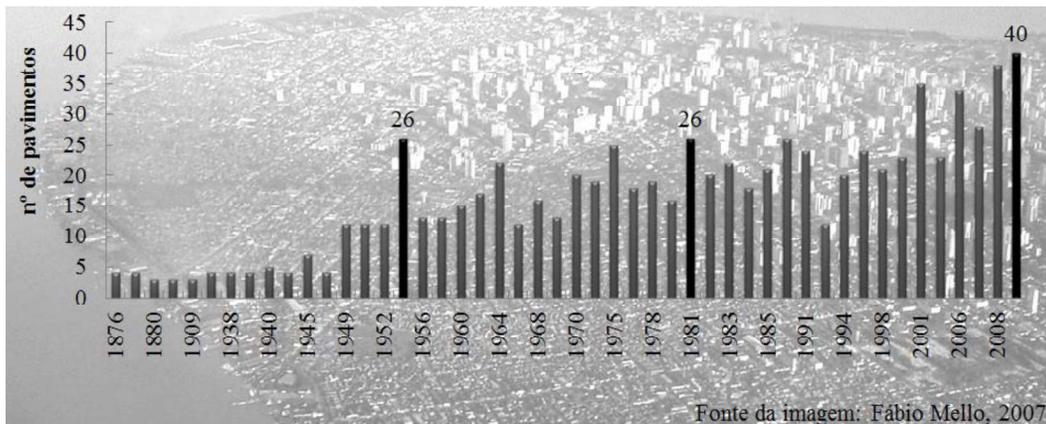


Figura 2. Evolução do nº de pavimentos em Belém (1876 a 2009). Fonte do gráfico: Autores.



Figura 3. Imagem da cidade de Belém evidenciando a verticalização no bairro Umarizal, em contraste com áreas vizinhas de edificações horizontais. Fonte: Lucieta Martorano (Abril, de 2016).

A redução de áreas permeáveis, devido à alteração do uso do solo decorrente do processo acelerado de crescimento urbano está diretamente ligada à perda de área ou cobertura

vegetal de Belém (OLIVEIRA et al., 2005). De acordo com Paranaguá et al. (2003), a capital paraense perdeu, entre 1986 e 2001, cerca de 200 Km<sup>2</sup> de cobertura florestal, restando, em 2006, pouco mais de 30% de mata original (IMAZON, 2007). Portanto, a dinâmica do Skyline da cidade alterou não somente o seu desenho, evidenciando a ausência de planejamento urbano, como também o seu panorama paisagístico com a redução de áreas verdes, e conseqüentemente alterando suas condições ambientais (BARBOSA et al., 2011a).

### 3.1 Análise da temperatura do ar

Nos 44 anos estudados, observou-se ocorrências de variações no padrão de temperatura do ar em Belém, os quais evidenciam respostas em anos de eventos extremos (Figura 4), a exemplo de anos com influências do ENOS (GRIMM et al., 1998) como foi o caso do El Niño forte, em 1998 e 2005.

Em termos de anomalia térmica, notou-se que houve predominância de anomalias frias, até meados da década de 90, do século XX, havendo inversão nas respostas térmicas a partir de 1995, quando as anomalias quentes passaram a predominar, expressando possíveis efeitos da intensificação na verticalização arquitetônica em Belém (Figura 5).

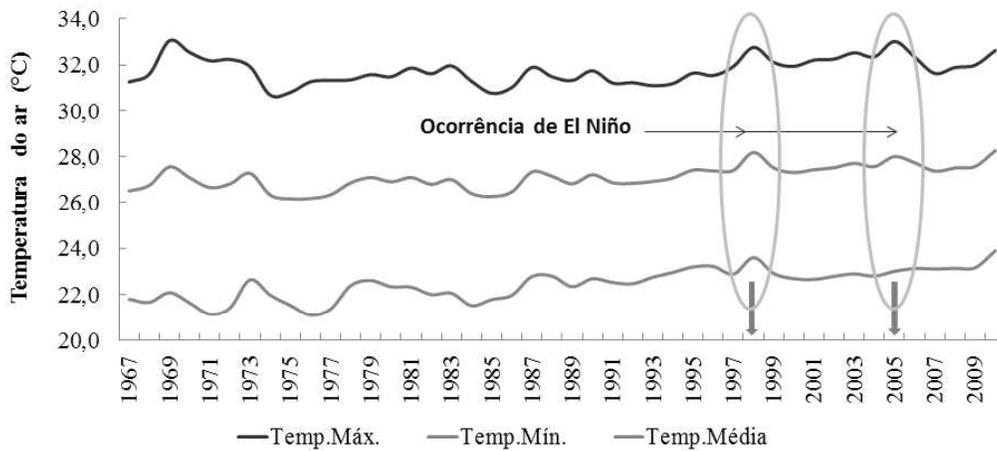


Figura 4. Temperaturas anuais em Belém, PA entre 1961 e 2010.

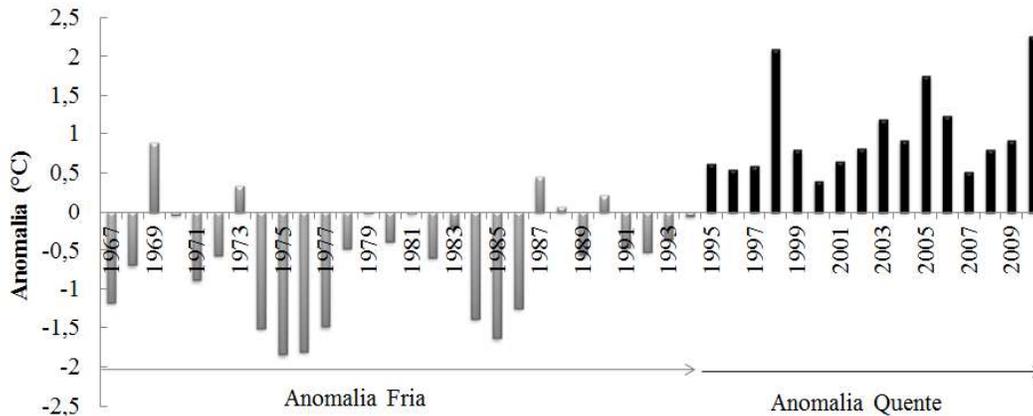


Figura 5. Anomalias quentes e frias em Belém. Fonte: Barbosa, 2011b.

Com base em dados de normais climatológicas, novembro é o mês com a temperatura máxima do ar de 32,3°C, sendo a mais elevada em relação à climatologia anual expressa nos demais meses em Belém. Também, ao analisar a série histórica utilizada neste trabalho, constatou-se que esse valor foi ultrapassado em 1969, quando atingiu 33,1°C, caracterizando uma situação de anomalia quente nesse ano.

A temperatura mínima da série histórica ficou 75% a cima do padrão climatológico que varia entre 21,6°C e 22°C, chegando a atingir até 23,9°C. Com isso, houve redução da amplitude térmica (Figura 6) que em 1971 foi de 11°C, chegando a menos de 9°C em 2010.

A partir da normalização da amplitude térmica e da evolução do número de pavimentos em Belém, verificou-se alta correlação explicada com 93% de probabilidade de que o aumento do gabarito dos prédios influenciou na redução da amplitude térmica de Belém devido o aumento das temperaturas mínimas nos últimos 16 anos analisados.

Foi possível observar, fazendo a primeira derivada no modelo, que houve aumento de aproximadamente 1°C nas condições térmicas da cidade (Figura 7). Essa redução na amplitude térmica foi decorrente da elevação nas temperaturas mínimas, ou seja, nos últimos anos da série histórica analisada as madrugadas foram mais quentes em Belém.

Esses resultados indicam cenários que apontem “bolsões de calor”, ou “ilhas de calor” na grande Belém, a semelhança dos estudos de Barros e Lombardo (2016). Alternativas mitigadoras de efeito térmico, associadas à implantação do planejamento urbano devem considerar aspectos relacionados ao acúmulo e dissipação de energia, permeabilidade nas edificações, uso de tetos e painéis verdes, pilotis como estratégia de garantir o conforto térmico nas áreas de expressiva verticalização na cidade.

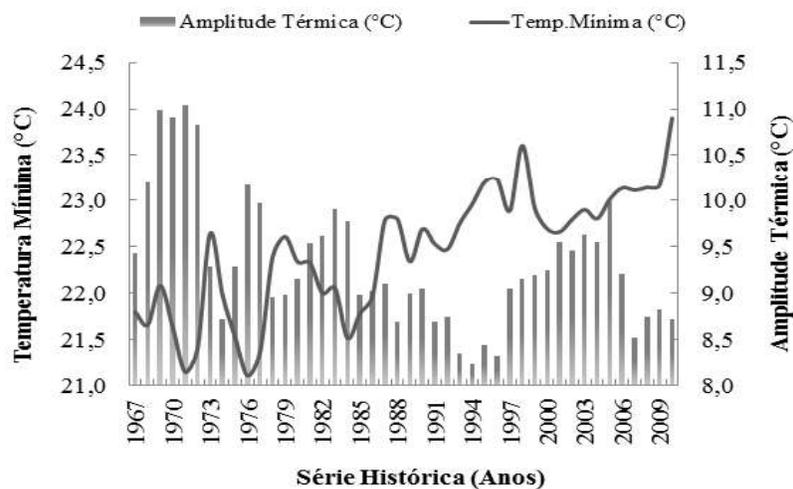


Figura 6. Aumento da Temperatura Mínima e Redução da Amplitude térmica.

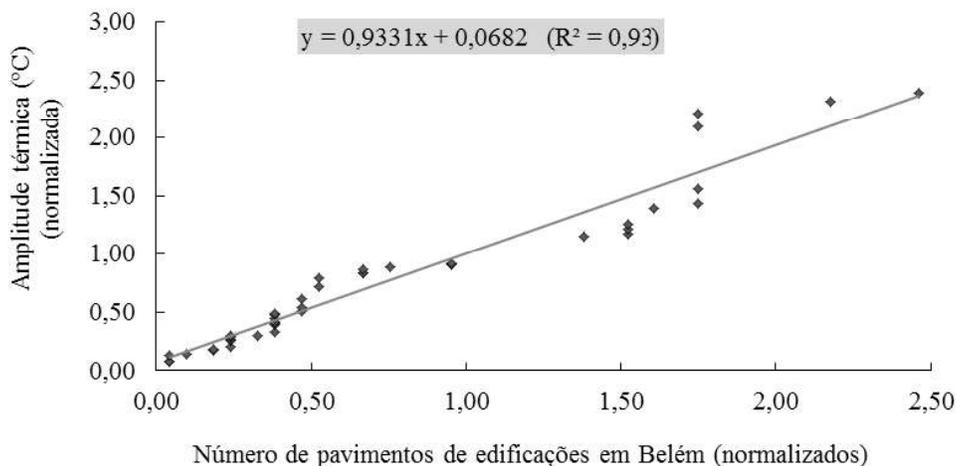


Figura 7. Correlação entre amplitude térmica e verticalização. Fonte: Barbosa, 2011b.

Por fim, vale ressaltar que o Plano Diretor Urbanístico de Belém deve considerar aspectos arquitetônicos e de conforto térmico apropriados para a região, a exemplo das diretrizes de projeto apontadas pela norma de desempenho térmico (ABNT, 2013), visando uma consonância com políticas públicas que geram indicadores de cidades sustentáveis.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos conclui-se que:

- O acelerado crescimento urbano verticalizado é um forte indicativo da predominância de anomalias quentes nos últimos anos em Belém;
- 40 anos de intensificação dos espaços verticais construídos apontam efeitos nas condições térmicas em bairros altamente urbanizados de Belém;
- Em anos de El Niño forte a temperatura do ar (mínimas, médias e máximas) aponta picos de elevações térmicas;
- As reduções nas amplitudes térmicas são decorrentes do aumento das temperaturas mínimas na cidade de Belém; e
- Número de pavimentos correlacionados com amplitudes térmicas indicam elevações de 1°C na temperatura do ar na capital paraense.

#### REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.575: *Edificações habitacionais — Desempenho*, Parte 1: Requisitos gerais. RJ: ABNT, 2013. 71 p.
- AMBRIZZI, A. 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.
- BARBOSA, A. de M.; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M.; MORAES, J. R. da S. C. de; MONTEIRO, D. C. A.; ALMEIDA, R. F. Volume de água precipitado para subsidiar avaliações da capacidade de suporte de edificações com tetos verdes mitigadores de ilhas de calor na cidade de Belém, Pará. In: *63ª Reunião Anual da SBPC, Goiânia, Goiás. Anais da 63ª Reunião Anual da SBPC, 2011a.*

- BARBOSA, A. de M; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M; MONTEIRO, D. C. A. Influência da verticalização na temperatura do ar e tetos verdes para mitigar o efeito térmico na grande Belém. In: *15º Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA, Belém, Pará*. Anais Pibic Embrapa 2011b.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. *Geosp - Espaço e Tempo (Online)*, v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/97783>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>.
- FERREIRA, A. L. O.; NAHUN, J. S. Fetichização da natureza: Produção do espaço, especulação imobiliária e estratégias mercadológicas no processo de verticalização em Belém. In: *Seminário internacional - Amazônia e fronteiras do conhecimento, Belém, Pará*. 2008.
- GRIMM, A. M.; P. ZARATINI; J. MARENGO. Sinais de El Niño na precipitação da Amazônia. *Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.
- IBGE. Censo 2010: Aglomerados subnormais - Informações territoriais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000015164811202013480105748802.pdf>. Acessado em 30/5/2016.
- IBGE. Características urbanísticas do entorno dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: [www.ibge.gov.br/home/presidencia/.../00000008984005122012401025672549.xls](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/.../00000008984005122012401025672549.xls). Acessado em 30/5/2016.
- IBGE. IBGE-Cidades@ 2014. Belém, Pará. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150140>. Acessado em 30/5/2016.
- IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Belém sustentável, 2007. Disponível em [http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc\\_belem\\_2007\\_32185.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_belem_2007_32185.pdf). Acessado 30/5/2016.
- MELLO, Fábio de. A verticalização em Belém do Pará: Um estudo das transformações programáticas e arquitetônicas em edifícios residenciais multifamiliares. 2007. 163p. *Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro*.
- OLIVEIRA, Janete M. G. C. de; FRANÇA, Carmina F. de; BORDALO, Carlos A. L. 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, P.; MELO, P.; SOTTA, E. D.; VERÍSSIMO, A. Belém Sustentável. Belém: Imazon, 2003. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros/belem-sustentavel>. Acessado em 30/5/2016.
- RODRIGUES, Roberta Menezes. 2015. *Formas de provisão de moradia na Região Metropolitana de Belém*. In: Ana Cláudia Duarte Cardoso, José Júlio Ferreira Lima (editores). Belém: Transformações na ordem urbana. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2015. 197 – 229.