

Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER *on demand* 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras.

Cláudio Tavares Viana Teza¹
Gustavo Macedo de Mello Baptista^{1,2}

¹UCB - Universidade Católica de Brasília
Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental
SGAN 916, Módulo B - Asa Norte - 70790-160 - Brasília, DF, Brasil
clausiot@brturbo.com

²UCB - Universidade Católica de Brasília
Curso de Engenharia Ambiental
Q.S. 07 - Lote 01 - EPCT - Águas Claras - 71996-700 - Taguatinga, DF, Brasil
gmbaptista@pos.ucb.br

Abstract. The objective of the present work is to identify the Urban Heat Island in Brazilian metropolis through remote sensing. Images of ASTER sensor for the cities of Rio de Janeiro, São Paulo, and Belo Horizonte had been used. The present study starts delimiting the urban spot, representing the hotter areas, principal characteristic of heat island effect. After that, the cities' DEM has been studied to characterize the occurrence of heat island effect. The principal objective was the comparison of the heat island's characteristics of the Brazilian metropolis. The results had evidenced the presence of urban heat island effect in the entire studied metropolis, independently of their localization. The thermal profile shows that all the cities has the center of their urban spot hotter than the their periphery.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, urban heat island effect, sensoriamento remoto, processamento de imagens, ilha urbana de calor.

1. Introdução

Os grandes centros mundiais estão atualmente sofrendo as conseqüências de seu mau planejamento urbano, de seu deficiente ordenamento territorial e de seu errôneo modelo de desenvolvimento.

O meio ambiente urbano tem sua capacidade de suporte extrapolada a cada dia, consumindo mais do que o necessário e gerando mais resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) do que o ambiente pode assimilar.

O modelo de desenvolvimento sustentável previsto pela Conferência de Estocolmo para o Desenvolvimento e Meio Ambiente (1972) não teve sua essência captada. O caminho escolhido é maléfico para o meio ambiente, incluindo aí o próprio homem. E as conseqüências geradas refletem seus aspectos no bem estar humano.

Uma das conseqüências geradas pelo processo de ocupação e desenvolvimento nestas metrópoles é o fenômeno Ilha Urbana de Calor. Quantidades de ar quente se fazem presentes em maior concentração no centro das cidades que sofrem com esse desequilíbrio. E essa condição dificulta a evaporação, reduz o poder de dispersão dos poluentes atmosféricos gerados trazendo complicações para a vida do homem nessas metrópoles.

O presente trabalho visa identificar o fenômeno Ilhas Urbanas de Calor em metrópoles brasileiras por meio do sensoriamento remoto termal. Para tal, foram determinados perfis térmicos, partindo de zonas periféricas e passando pelo centro das metrópoles selecionadas e foram gerados modelos digitais de elevação visando a compreensão do contexto de paisagem na qual a cidade encontra-se inserida.

2. Ilhas de Calor nas Áreas Metropolitanas

A ilha de calor resulta da elevação das temperaturas médias nas zonas centrais da mancha urbana ou região metropolitana, em comparação com as zonas periféricas ou com as rurais, causadas principalmente pela influência antrópica nestas regiões. Ocorrem basicamente devido às diferenças de irradiação de calor entre as regiões edificadas, das regiões com solo exposto e das regiões com vegetação e também à concentração de poluentes, maior nas zonas centrais da cidade.

A substituição por grande quantidade de casas e prédios, ruas e avenidas, pontes e viadutos e uma série de outras construções, que é maior quanto mais se aproxima do centro das grandes cidades, faz aumentar significativamente a irradiação de calor para a atmosfera em comparação com as zonas periféricas ou rurais, onde, em geral, é maior a cobertura vegetal. Nota-se que diferentes padrões de reflectividade, ou de albedos, são altamente dependentes dos materiais empregados na construção civil. Percebe-se que, dependendo do albedo, mais radiação será absorvida e mais calor será emitido pela superfície.

Na atmosfera das zonas centrais da cidade, é muito maior a concentração de gases e materiais particulados, lançados pelos automóveis e pelas fábricas, responsáveis por um efeito estufa localizado, que colabora para aumentar a retenção de calor. Sem contar com os automóveis, que são uma grande fonte de produção de calor o qual, se soma ao calor irradiado pelos edifícios, acentuando o fenômeno da ilha de calor (Lombardo, 1985).

As cidades apresentam temperaturas médias maiores do que as zonas rurais de mesma latitude. Dentro delas, as temperaturas aumentam das periferias em direção ao centro. O uso de grande quantidade de combustíveis fósseis em aquecedores, automóveis e indústrias transformam a cidade em uma potente fonte de calor (Lombardo, 1985).

Os materiais usados na construção, como o asfalto e o concreto, servem de refletores para o calor produzido na cidade e para o calor solar. De dia, os edifícios funcionam como um labirinto de reflexão nas camadas mais altas de ar aquecido. À noite a poluição do ar impede a dispersão de calor (Lombardo, 1985).

As áreas centrais de uma cidade concentram a mais alta densidade de construções, bem como atividades de emissoras de poluentes. A massa de ar quente carregada de material particulado que se forma sobre essas áreas tende a subir até se resfriar. Quando isso ocorre, retorna a superfície, dando origem a intensos nevoeiros na periferia da mancha urbana, retornando à região central, formando um verdadeiro círculo vicioso de fuligem e poeira (Lombardo, 1985).

As áreas metropolitanas costumam apresentar vários picos de temperatura. As atividades que causam esse efeito podem estar concentradas em várias regiões do tecido urbano, que funcionariam como o centro. Bairros fabris pouco arborizados tendem a ser mais quentes que bairros residenciais de luxo, com baixa densidade de construção e muitas áreas verdes (Lombardo, 1985).

A elevação da temperatura nessas áreas centrais da mancha urbana facilita ascensão do ar, quando não há inversão térmica, formando uma zona de baixa pressão. Isso faz com que, os ventos soprem, pelo menos durante o dia, para essa região central, levando muitas vezes, maiores quantidades de poluentes. Assim, sobre a zona central da mancha urbana forma-se uma "cúpula" de ar pesadamente poluído (Lombardo, 1985).

Parâmetros importantes para caracterização e determinação da intensidade da ilha de calor:

- a redução da evaporação (pela ausência de vegetação e água disponível);
- a radiação solar que não é usada na evaporação é carregada para o aquecimento das ruas, edifícios e do ar da cidade;

- o aumento da rugosidade (pela presença de edifícios), aumentando a turbulência, que age para transferir calor para cima, ao mesmo tempo em que diminui o escoamento zonal;
- quantidade de solo exposto, condição esta que eleva a temperatura de superfície;
- topografia da cidade, onde montanhas e vales podem servir como barreiras para a dispersão do ar quente;
- as propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais de pavimentação absorvem energia durante o dia, e à noite emitem radiação de onda longa, o que ocasiona excesso de temperatura durante a noite, maior que durante o dia (Lombardo, 1985).

3. Metodologia

A metodologia aplicada a esse trabalho começou com a seleção das cenas obtidas pelo sensor ASTER, visando a escolha de imagens que possuíssem a menor interferência de nuvens. A seleção foi feita por meio do site do sensor ASTER no Serviço Geológico Americano (glovis.usgs.gov).

Após a seleção das imagens foram solicitados os dados referentes ao produto ASTER *on-demand* 08 – *Kinetic Temperature* – que se referem à temperatura de superfície, gerados em dados de 12 bits, que, por meio da ferramenta *Band Math* do software ENVI 3.5, foram transformados valores de temperatura em Kelvin. Com a mesma ferramenta anteriormente utilizada, transformou-se os dados de temperatura de superfície para graus Celsius.

Após essa transformação da unidade da temperatura de superfície nas imagens, utilizou-se a ferramenta para o fatiamento de classes da temperatura (*Density Slice*), que serviu para conhecer quais eram as faixas de temperatura existentes na imagem e assim, por meio desses dados, conheceu-se quais eram os locais da imagem que possuíam maiores temperaturas para a caracterização da ilha de calor.

Após essa identificação, utilizou-se a ferramenta *Arbitrary Profile*, que ao traçar um transector pela mancha urbana, gera um gráfico que permite visualizar a variação de temperatura de acordo com o espaço, que é representado em pixels. Esse gráfico gerado permite conhecer quais são as áreas que possuem maior temperatura de superfície, permitindo uma visualização bi-dimensional para a caracterização da ilha de calor.

Um Modelo Digital de Terreno (MDT) é um modelo contínuo da superfície terrestre no nível do solo, conforme representada por uma grelha digital de matriz cartográfica encadeada, ou raster, com cada célula da grelha a reter um valor de elevação. Assim, para a geração de Modelos Digitais de Terreno (MDT's), utilizou-se um módulo desenvolvido pela SulSoft para o software ENVI chamado AsterDTM. Por meio dessa ferramenta geraram-se os MDT's a partir de imagens ASTER, sem precisar de pontos de controle (MDT relativo), com precisão de 30 m em X e Y. Assim, os modelos tridimensionais foram gerados para uma análise do contexto geomorfológico de onde as cidades estão inseridas.

4. Resultados e Discussão

4.1. São Paulo

Para a cidade de São Paulo (**figura 1**) imagem usada para o trabalho foi obtida em 19 de março de 2002, no verão.

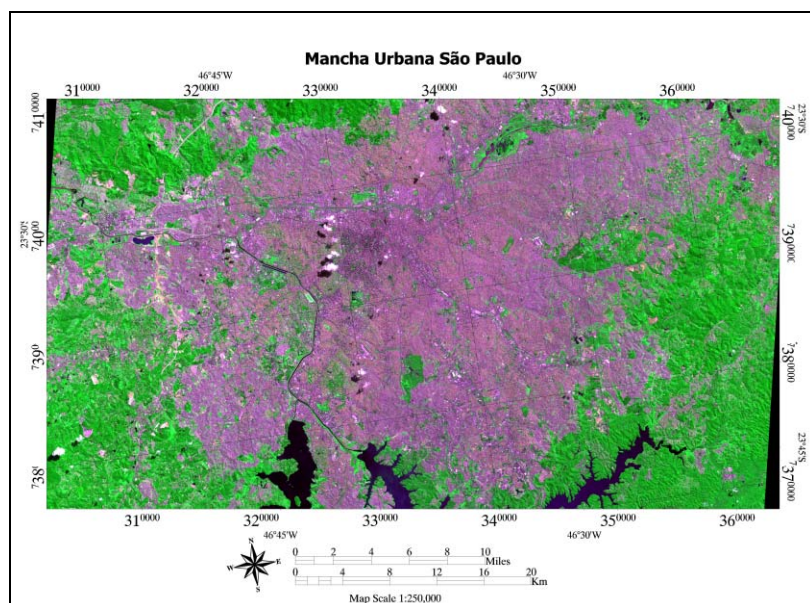


Figura 1-Mancha urbana da cidade de São Paulo

A temperatura entre as porções estudadas na imagem variou entre 26° e 42°, conforme **Figura 2**. O perfil térmico da cidade de São Paulo é o de uma ilha urbana de calor clássica, ou seja, periferias mais frias do que o centro.

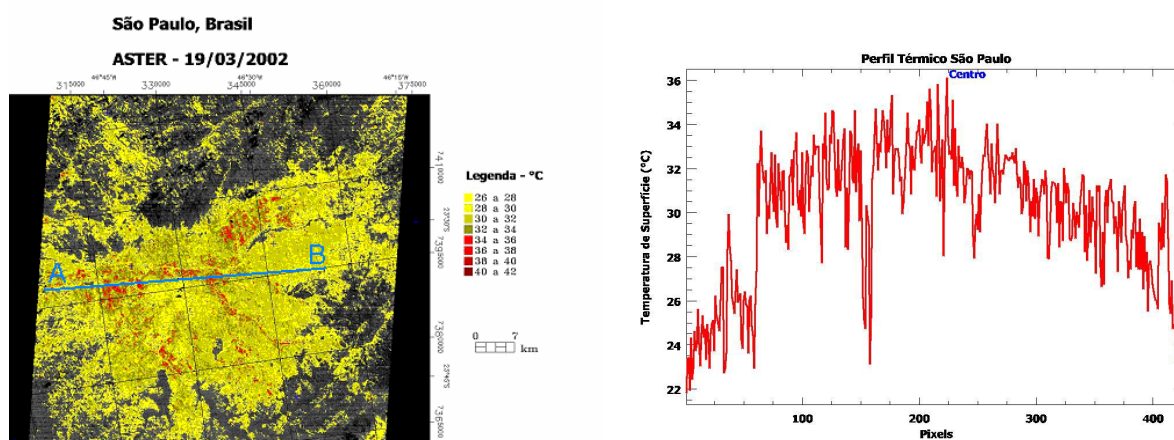


Figura 2- Espacialização da temperatura de superfície e Perfil Térmico para São Paulo.

A cidade de São Paulo está localizada numa área onde existem serras (**Figura 3**) cercando parte do contorno da cidade. Essas movimentações servem como barreira para dispersão de ventos e de poluentes que existem na atmosfera. A dificuldade de dispersar poluentes e ventos, juntamente com a rugosidade do terreno conferida pelas construções são fatores agravantes do fenômeno ilhas urbanas de calor.

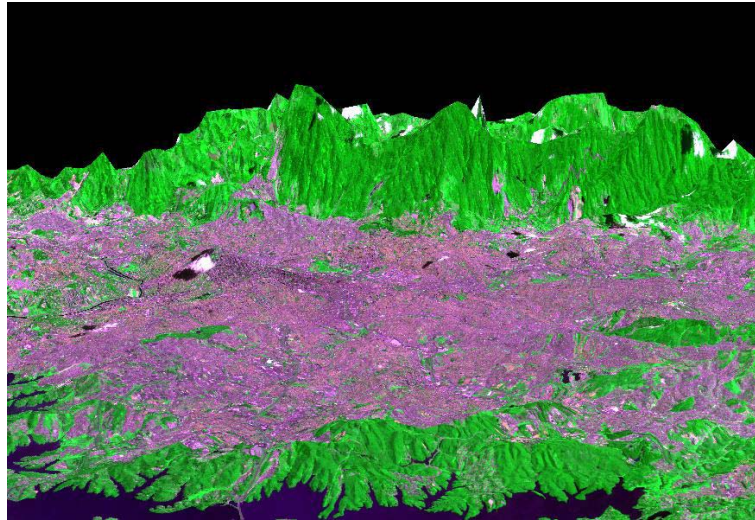


Figura 3-Modelo Tridimensional de Terreno para São Paulo

4.2. Rio de Janeiro

A cidade do Rio de Janeiro possui uma mancha urbana particular, com o centro da cidade deslocado para uma das periferias da cidade (**Figura 4**). A imagem utilizada foi obtida pelo sensor ASTER em 25 de abril de 2003, quando o hemisfério onde se encontra a cidade (Sul) estava na estação do Outono.

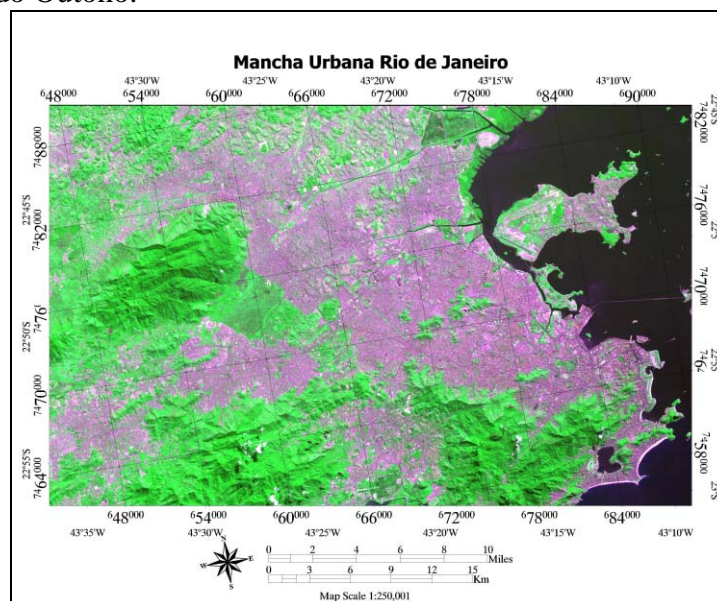


Figura 4-Mancha urbana da cidade do Rio de Janeiro.

Para a cidade do Rio de Janeiro (**Figura 4**) a amplitude térmica considerada para a delimitação da área de recobrimento do transector foi de 13°C, onde se encontrou, para a temperatura de superfície, mínimas de 28°C e máxima de 41°C, obtendo-se um perfil clássico de ilhas de calor.

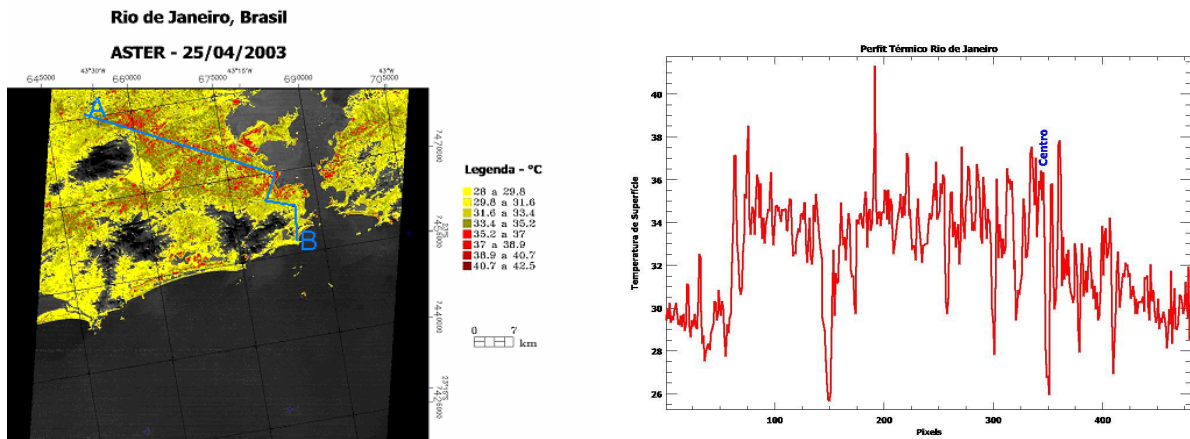


Figura 5- Espacialização da temperatura de superfície e Perfil Térmico para Rio de Janeiro.

O centro da cidade do Rio de Janeiro está inserido num contexto geomorfológico onde se nota a presença de serras que servem como barreira para os ventos provenientes do mar, o que dificulta a dispersão dos ventos e conseqüentemente dos poluentes e particulados existentes na atmosfera, conforme **Figura 6**.

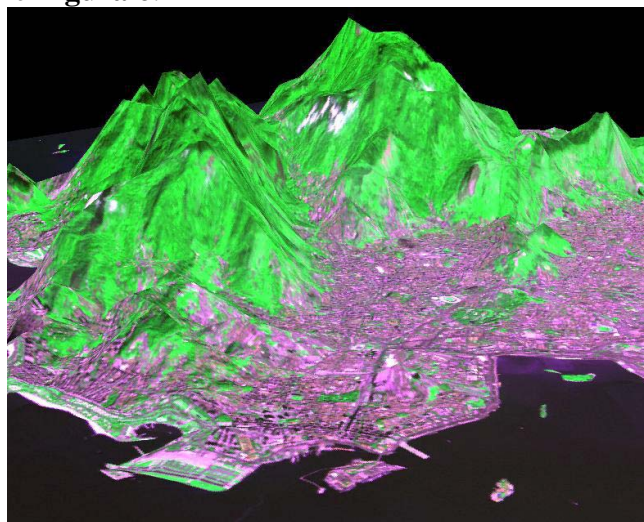


Figura 6-Modelo Tridimensional da cidade do Rio de Janeiro

4.3. Belo Horizonte

A imagem utilizada para a análise do perfil térmico foi obtida no dia 25 de março de 2001 às 12h24min GMT quando o hemisfério onde se encontra a cidade de Belo Horizonte (**Figura 7**) estava no Outono.

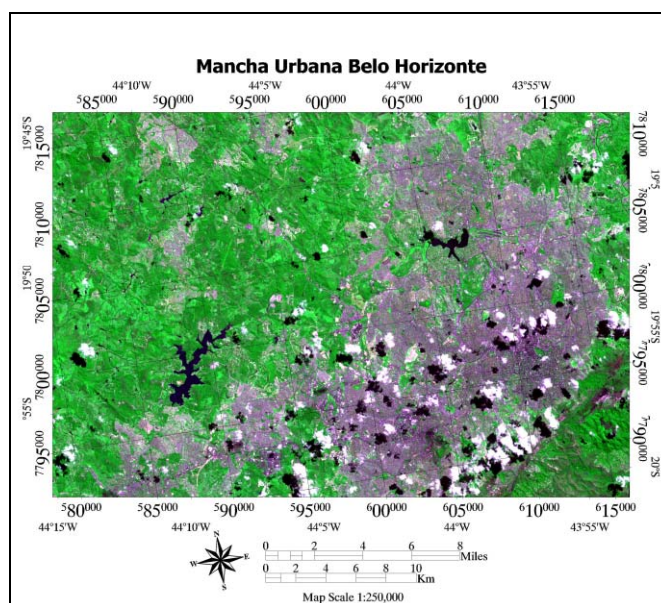


Figura 7-mancha urbana da cidade de Belo Horizonte.

Em Belo Horizonte, para a delimitação da ilha urbana de calor da cidade, encontraram-se temperaturas mínimas de 31°C e máximas de 42°C para a temperatura de superfície. Por meio do transector, chegou-se a uma ilha de calor clássica, com menores temperaturas de superfície nas bordas da cidade (**Figura 8**).

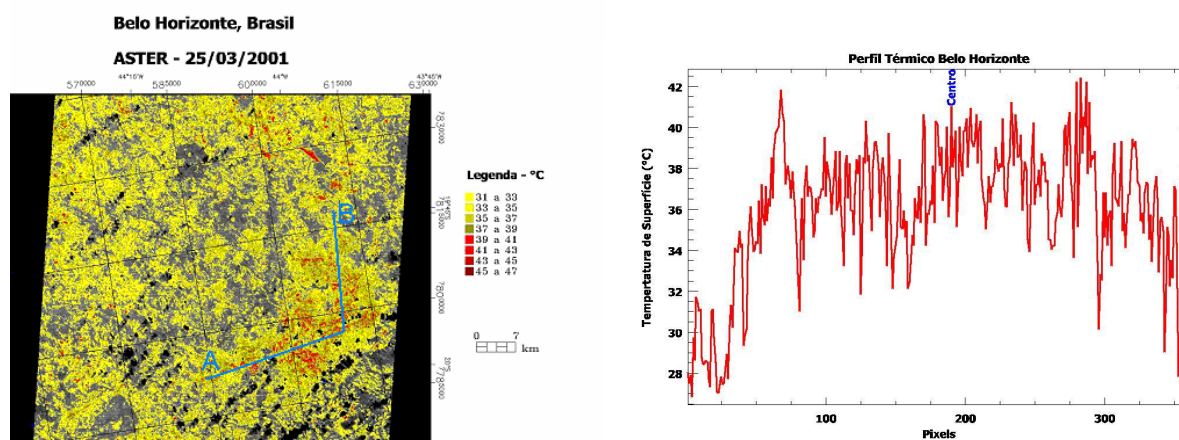


Figura 8- Espacialização da temperatura de superfície e Perfil Térmico para Belo Horizonte.

Ao analisar o MTD (**Figura 9**) percebe-se que serras estão servindo como barreira para a dispersão dos ventos e dos poluentes que existem na atmosfera. E, ao adicionar a esse fato a rugosidade conferida ao terreno pelas construções e edificações, o fenômeno ilhas urbanas de calor é intensificado.

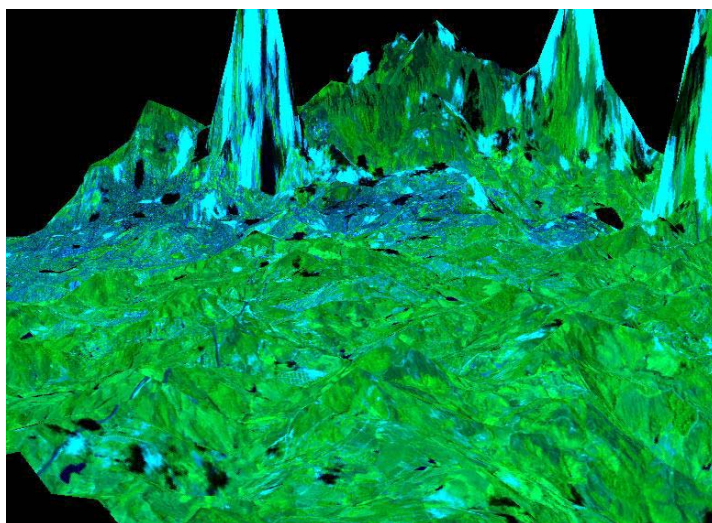


Figura 9-Modelo Tridimensional de Terreno para a cidade de Belo Horizonte

5. Considerações Finais

O fenômeno ilhas de calor não ocorre apenas em metrópoles brasileiras, ocorre necessariamente em áreas urbanas. Esse problema ambiental é consequência de um planejamento urbano deficiente ou inexistente, que se desenvolve a partir de pressupostos que poderiam ser mitigados com ações tomadas previamente ao assentamento da população.

Temperaturas de superfície maiores foram detectadas em todos os centros de todas as metrópoles, ocorrendo um decréscimo da temperatura em relação às periferias. Em todas as metrópoles foi detectado um grande adensamento de edificações no centro da cidade, com construções que são feitas de materiais que possuem características de absorver mais radiação e emitir mais calor para superfície. A topografia de quase todas as metrópoles estudadas não é favorável à dispersão de poluentes e particulados atmosféricos, fator que intensifica o fenômeno ilha urbana de calor.

O fato de uma metrópole estar inserida em um contexto de um país em desenvolvimento, possuindo um planejamento urbano e um direcionamento para o seu desenvolvimento não anula as condições favoráveis para o surgimento de problemas ambientais como a ilha urbana de calor.

O produto *ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature* mostrou-se como uma poderosa ferramenta para análise do conforto térmico nos centros das metrópoles estudadas, permitindo a identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor.

Novas pesquisas devem ser incentivadas com os produtos sobre demanda do sensor ASTER.

Referências

LOMBARDO, Magda Adelaide. Ilha de Calor nas Metrópoles. Ed. Hucitec, São Paulo, 1985.