



Mudanças Climáticas e as Ilhas de Calor: estudo de caso da Cidade do Rio de Janeiro

**Nº 20161201
Dezembro - 2016**

Sergio Antônio da Silva Almeida – Casa Civil/Prefeitura
da Cidade do Rio de Janeiro;

Luiz Roberto Arueira da Silva – IPP/Prefeitura da Cidade
do Rio de Janeiro;

Felipe Cerbella Mandarinó – IPP/Prefeitura da Cidade do
Rio de Janeiro



PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO
Secretaria Municipal de Urbanismo
Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos

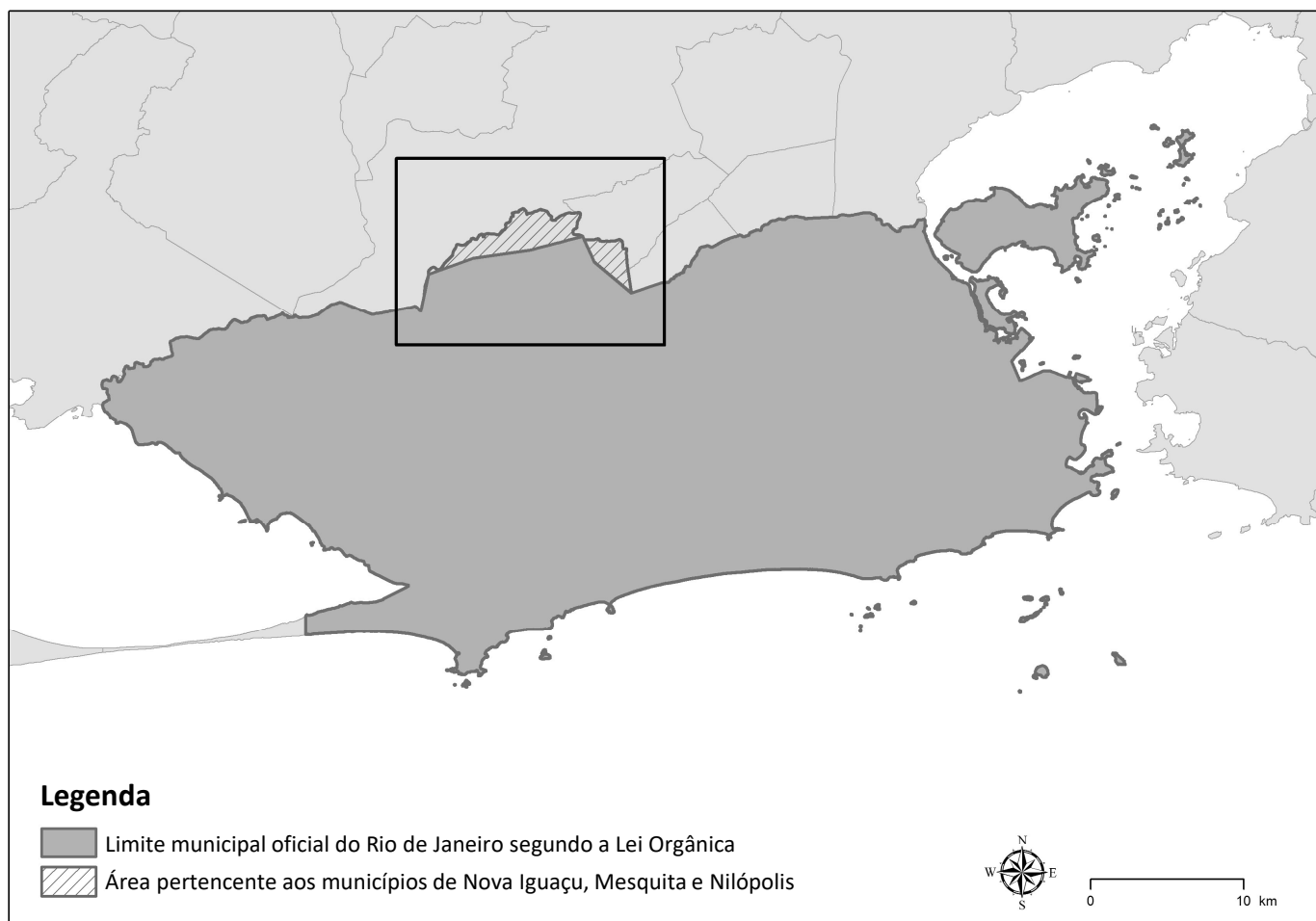
ERRATA

A partir de reuniões técnicas realizadas entre o Instituto Pereira Passos e a Câmara Metropolitana (Governo do Estado do Rio de Janeiro), no âmbito do projeto para a confecção de um Mapa da Região Metropolitana, foi discutida a divergência existente na representação dos limites municipais de Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Mesquita e Nilópolis.

Tal divergência, localizada na área do maciço do Mendanha, se dava pelo fato do Município do Rio de Janeiro produzir há décadas mapas que possuíam o traçado do limite municipal nesta área seguindo o divisor de águas, pela cumeada dos morros da região, limite este que assim como o restante da fronteira municipal segue acidentes geográficos como rios, canais etc.

Por sua vez, tanto o limite adotado pelo IBGE quanto aquele utilizado pela Fundação CEPERJ (Estado do Rio de Janeiro) seguem por linhas retas a partir dos picos dos morros, não condizendo com o que vinha sendo traçado pelo Município do Rio de Janeiro, porém de acordo com a descrição existente na Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro.

Desta forma, o Instituto Pereira Passos, **segundo o determinado na Lei Orgânica Municipal**, efetuou a revisão da representação cartográfica da fronteira municipal em questão, adequando-se assim ao já utilizado pelos órgãos federais e estaduais e solucionando quaisquer problemas ou questões advindas desta divergência entre os municípios supracitados.



EXPEDIENTE

A **Coleção Estudos Cariocas** é uma publicação virtual de estudos e pesquisas sobre o Município do Rio de Janeiro, vinculada ao portal de informações do Instituto Pereira Passos (IPP) da Secretaria Municipal da Casa Civil da Prefeitura do Rio de Janeiro:

www.armazemdedados.rio.rj.gov.br.

Seu objetivo é divulgar a produção de técnicos da Prefeitura sobre temas relacionados à cidade do Rio de Janeiro e à sua população. Está também aberta a colaboradores externos, desde que seus textos, bem como os dos colaboradores internos, sejam aprovados pelo Conselho Editorial.

Periodicidade: A periodicidade é anual, mas o número de artigos por edição é variável, pois depende da produção de textos por parte dos técnicos do IPP, de outros órgãos e de colaboradores.

Conselho Editorial: Fernando Cavallieri, Luis F. Valverde Salandía, Helcio de Medeiros Junior e João Grand Jr.

Revisão de Texto: ASCOM / IPP

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AS ILHAS DE CALOR: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO¹

Sergio Antonio da Silva Almeida²; Luiz Roberto Arueira da Silva³ e Felipe Cerbella Mandarino⁴

Resumo

Em Pesquisas sobre Mudanças Climáticas os climatologistas verificaram que, nas últimas décadas, ocorreu um significativo aumento da temperatura mundial, gerado pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa, tem provocado o derretimento de gelo das calotas polares e o aumento no nível de água dos oceanos. "Ilhas de calor" é o nome que se dá a um fenômeno que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização. A amplitude maior de temperaturas pode trazer consequências significativas para os seres vivos com danos à saúde da população humana. O objetivo desse estudo é medir as temperaturas de superfície de diferentes áreas da Cidade do Rio, através do uso de imagens do satélite Landsat 8 utilizando SIG e processamento de imagens. A temperatura foi obtida a partir dessas imagens. A ocorrência de casos de Dengue por meses do ano e por regiões foram obtidas da Secretaria Municipal de Saúde.

1. Introdução

As Mudanças Climáticas têm sido alvo de diversas discussões e pesquisas científicas. Os climatologistas verificaram que, nas últimas décadas, ocorreu um significativo aumento da temperatura mundial, fenômeno conhecido como aquecimento global. Este fenômeno, gerado pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa, tem provocado o derretimento de gelo das calotas polares e o aumento no nível de água dos oceanos. O processo de desertificação também tem aumentado nas últimas décadas em função das mudanças climáticas.

Segundo análises da *National Aeronautics and Space Administration - NASA, Goddard Institute for Space Studies* – GISS, a temperatura média do planeta subiu 1°C desde o final do século 19, aumento atribuído em grande medida às emissões de dióxido de carbono e outros gases resultantes da atividade humana na atmosfera e a média da temperatura global em 2015 havia sido a mais alta já registrada desde o início da medição das temperaturas na superfície da Terra (NASA, 2015). Os dois primeiros meses de 2016, no entanto, alcançaram temperaturas que quebraram todos recordes até hoje alcançados. Medições feitas pela NASA dão conta de que os seis primeiros meses do ano foram os mais quentes de toda a história (NASA, 2016).

Existem várias maneiras de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa e os efeitos no aquecimento global. Diminuir o desmatamento, investir no reflorestamento e na conservação de áreas naturais, incentivar o uso de energias renováveis não convencionais (solar, eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas), preferir utilizar biocombustíveis (etanol, biodiesel) a combustíveis fósseis (gasolina, óleo diesel), investir na redução do consumo de energia e na eficiência energética, reduzir, reaproveitar e reciclar materiais, investir em tecnologias de baixo carbono, melhorar o transporte público com baixa emissão de GEE, são algumas das possibilidades.

¹ Os autores agradecem a Dra. Izabel C. N. de Palmer Paixão pelas informações prestadas na área epidemiológica.

² Biólogo, mestre em Geociências (UFF), Doutor em Ciências (USP), Pós-doutor Jr (INPE) e assessor da Secretaria da Casa Civil da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. E-mail: sergioalmeida.cvlrio@gmail.com.

³ Engenheiro e Diretor de Informações da Cidade do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP) da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. E-mail: luiz.arueira@rio.rj.gov.br.

⁴ Geógrafo da Diretoria de Informações da Cidade do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP). E-mail: felipe.mandarino@rio.rj.gov.br.

Atualmente, trabalha-se com o conceito das Cidades Resiliente conforme projeto da Fundação Rockefeller. Uma “cidade resiliente” tem a capacidade de sobreviver, adaptar-se e crescer, independentemente dos estresses crônicos e choques agudos que vivencia, tendo a capacidade de, após um choque, voltar não apenas à posição anterior, mas melhor (PREFEITURA do Rio de Janeiro, 2015).

O sensoriamento remoto é o conjunto de técnicas e procedimentos tecnológicos que visa à representação e coleta de dados da superfície terrestre sem a necessidade de um contato direto. Essas técnicas são de fundamental importância no contexto atual das sociedades, pois ela é capaz de revelar muitos dados geográficos e até históricos concernentes aos espaços naturais e também sociais, como a distribuição das áreas florestais, o avanço do desmatamento, o crescimento das áreas urbanas, etc (PEREIRA; CAMARGO; OLIVEIRA; GUERRA, 2006).

Além da aerofotogrametria, outro recurso de sensoriamento remoto bastante utilizado são os satélites. Com eles, tornou-se possível o registro de imagens em pequena escala, ou seja, de amplas áreas; ou, até mesmo, de mapas com escalas variadas e flexíveis, possibilitando o manejo para diferentes mapas de localização e temáticos. Atualmente existe uma gama de satélites de monitoramento ambiental em órbita com diferentes aplicações.

2. A utilização do satélite LANDSAT 8 para estimar temperaturas de superfícies

O Landsat-8 (em operação desde 2013) é o oitavo da série de satélites do Programa Landsat e o sétimo a alcançar com sucesso a órbita terrestre. Foi desenvolvido com a possibilidade de gerar novos produtos através de novas combinações de bandas espectrais que possuem resultados similares aos antecessores Landsat-5 e Landsat-7. O sensor OLI (Operational Land Imager) possui resolução espacial de 15 metros no Pancromático (banda 8) e de 30 metros (bandas de 1 a 7 e 9) no Multiespectral, o que possibilita a geração de imagens de 15 metros em composição colorida através de técnicas de fusão digital, ampliando a capacidade para novos estudos e aplicabilidades dos resultados para detecção de alvos. O sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor) possui duas bandas espectrais no infravermelho termal, bandas 10 (10.6 - 11.19 μm) e 11 (11.5 - 12.51 μm), com resolução espacial de 100m (USGS, 2014).



Figura 1 - Satélite Landsat 8 em órbita.

Fonte: NASA.

3. Doenças relacionadas com as mudanças climáticas e os aumentos de temperatura

Considerando os efeitos das “Mudanças Climáticas Globais”, tem-se observado um aumento significativo nos picos de alta e baixa das temperaturas, o que leva a um aumento na amplitude de variação da temperatura ao longo do ano. Esta amplitude maior pode trazer consequências mais drásticas para os seres vivos, em termos de adaptação num curto período de tempo, além dos óbvios danos à saúde da população humana (BRASIL, 2008).

SILVA e outros (2014) publicaram uma revisão bibliográfica abrangendo estudos conduzidos em várias cidades do mundo e em cidades brasileiras e portuguesas. As pesquisas têm utilizado desfechos de morbidade e mortalidade e o foco são os segmentos populacionais considerados mais vulneráveis, como crianças e idosos. Em seus resultados e discussões destacam os estudos que relacionam variáveis meteorológicas, sobretudo temperatura, e saúde que têm ganhado maior destaque pela necessidade de melhor compreender os efeitos das alterações ambientais urbanas na saúde da população e as possíveis vulnerabilidades frente às mudanças climáticas globais. A maior parte dos estudos indicou associação entre fatores do clima ou conforto térmico e desfechos na saúde humana.

Do ponto de vista da saúde, a relevância da avaliação do ambiente térmico, especialmente em áreas urbanas está na forte relação entre a termorregulação e a regulação circulatória e o ambiente atmosférico, ou seja, condições estressantes levam à sobrecarga no sistema termorregulador e ao comprometimento da saúde das pessoas, podendo, até mesmo, levá-las à morte. Além disso, de acordo com o Ministério da Saúde e a Organização Mundial da Saúde (2014), diversas doenças, principalmente as transmitidas por vetores, são limitadas por variáveis ambientais como, temperatura, umidade, padrões de uso do solo e de vegetação e as doenças transmitidas por vetores constituem, ainda hoje, importante causa de morbidade e mortalidade no Brasil e no mundo. O ciclo de vida dos vetores, assim como dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão de doenças, está fortemente relacionado à dinâmica ambiental dos ecossistemas onde estes vivem. A dengue é considerada a principal doença reemergente nos países tropicais e subtropicais, e não é diferente na Cidade do Rio de Janeiro.

De acordo com a Dra. Izabel C. N. de Palmer Paixão, Diretora do Instituto de Biologia, da Universidade Federal Fluminense – UFF, a mais recente arbovirose constatada como epidemia no Brasil é conhecida como “Febre do Zika”, uma doença causada por um vírus denominado Zika vírus (ZIKV). Como todo arbovírus o ciclo biológico do Zika inclui um hospedeiro vertebrado (homem e outros animais) e um hospedeiro invertebrado, no caso do ZIKV, mosquitos do gênero *Aedes*. No Brasil, infecções pelos arbovírus dengue, *chikungunya* e *zika* não devem ser negligenciadas, tendo em vista que mais de 50% da população vive em centros urbanos infestados por mosquitos do gênero *Aedes aegypti*. A intensificação das medidas de controle da proliferação do mosquito vetor tem sido um esforço integrado das esferas federal, municipal e estadual no que diz respeito às campanhas educativas visando à conscientização e à participação ativa da comunidade no controle do vetor.

Outro grupo de doenças infecciosas que podem ser fortemente afetadas por mudanças ambientais e climáticas são as doenças de veiculação hídrica, que têm no saneamento sua principal estratégia de controle. O processo de urbanização impõe as grandes redes de abastecimento de água como solução para o suprimento doméstico de água. Os excluídos desses sistemas, isto é, aqueles que se utilizam de poços e pequenos mananciais superficiais, podem obter água em quantidade e qualidade adequadas fora do perímetro das cidades. Mas nos ambientes de grande adensamento populacional essas soluções individuais apresentam grandes riscos de doenças devido à contaminação dessas fontes de água (BRASIL, 2008; BARCELLOS; MONTEIRO; CORVALÁN; GURGEL; CARVALHO; ARTAXO; HACON; RAGONI, 2009).

Quando comparamos o número total de ocorrência dos casos de *dengue* por regiões administrativas entre os anos de 2015 e 2016 (Figura 3 e 4) podemos observar que no período de janeiro a abril de 2016 já haviam sido comunicados cerca de 80% do total de casos de ocorrência para todo o ano de 2015. Dentre as regiões administrativas com os maiores aumentos podemos destacar o Complexo do Alemão, Irajá, Madureira, Jacarepaguá e Bangu. Com exceção do Complexo do Alemão as demais regiões apresentaram ocorrência de praticamente zero caso em 2015 e números bem mais altos em 2016.

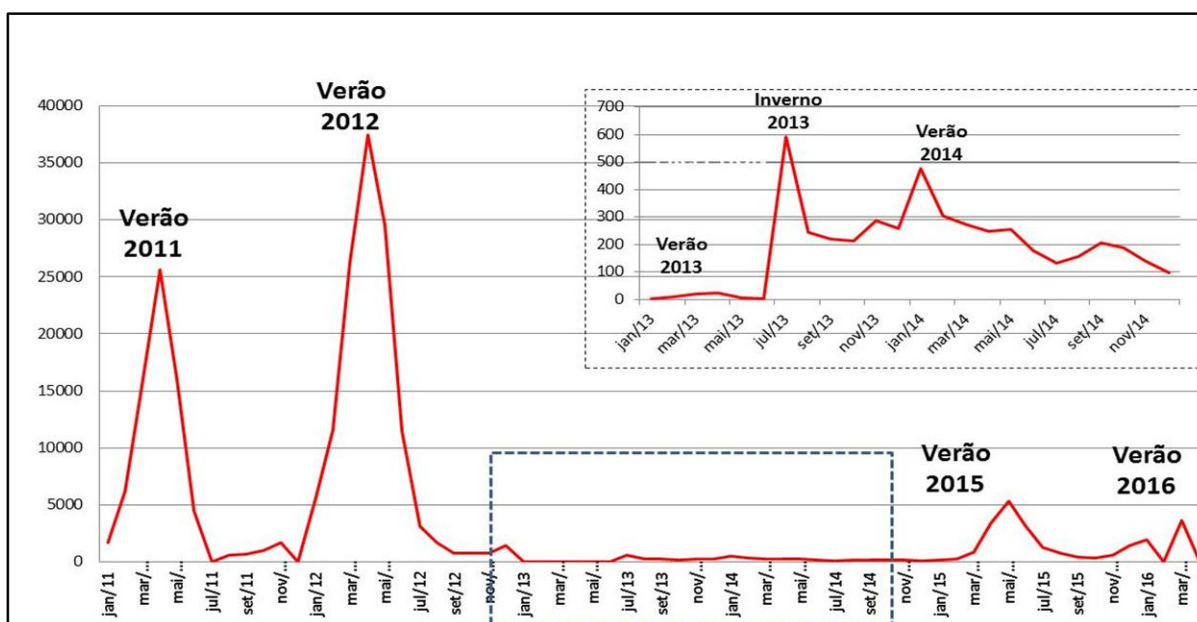


Figura 2 - Total de casos de Dengue de 2011 a 2016 na Cidade do Rio de Janeiro.
Fonte: Secretaria Municipal de Saúde.

As altas temperaturas na primavera e no verão, precedidas por chuvas fortes pode ser um dos principais fatores para o grande número de ocorrência de Dengue, uma vez que essas condições climáticas são muito favoráveis para proliferação do *Aedes aegypti*, vetor responsável pela transmissão da dengue, *chikungunya* e *zika*. Apesar da redução do número de casos de Dengue, se comparados 2012 a 2016 (Figura 2) ainda necessário intensificar as políticas públicas para combater estes vetores transmissores de doenças, lembrando que a *zika* está diretamente relacionada aos casos de microcefalia.

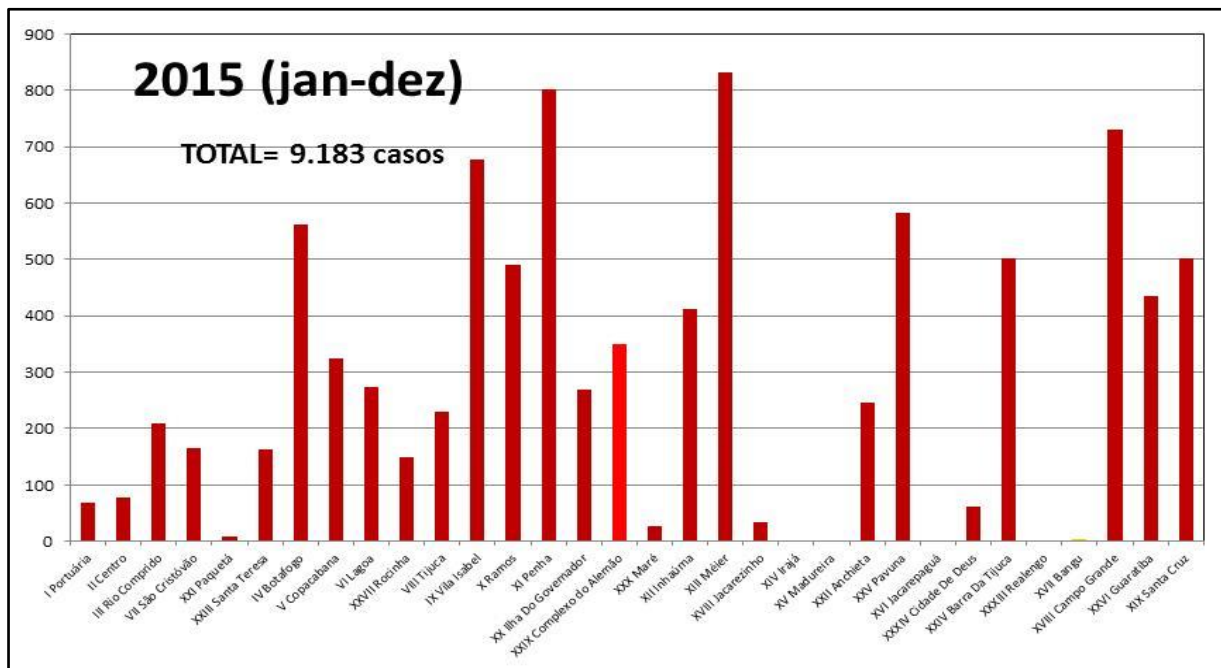


Figura 3 - Total de casos de Dengue por Regiões Administrativas da Cidade do Rio de Janeiro em 2015. Fonte: Secretaria Municipal de Saúde.

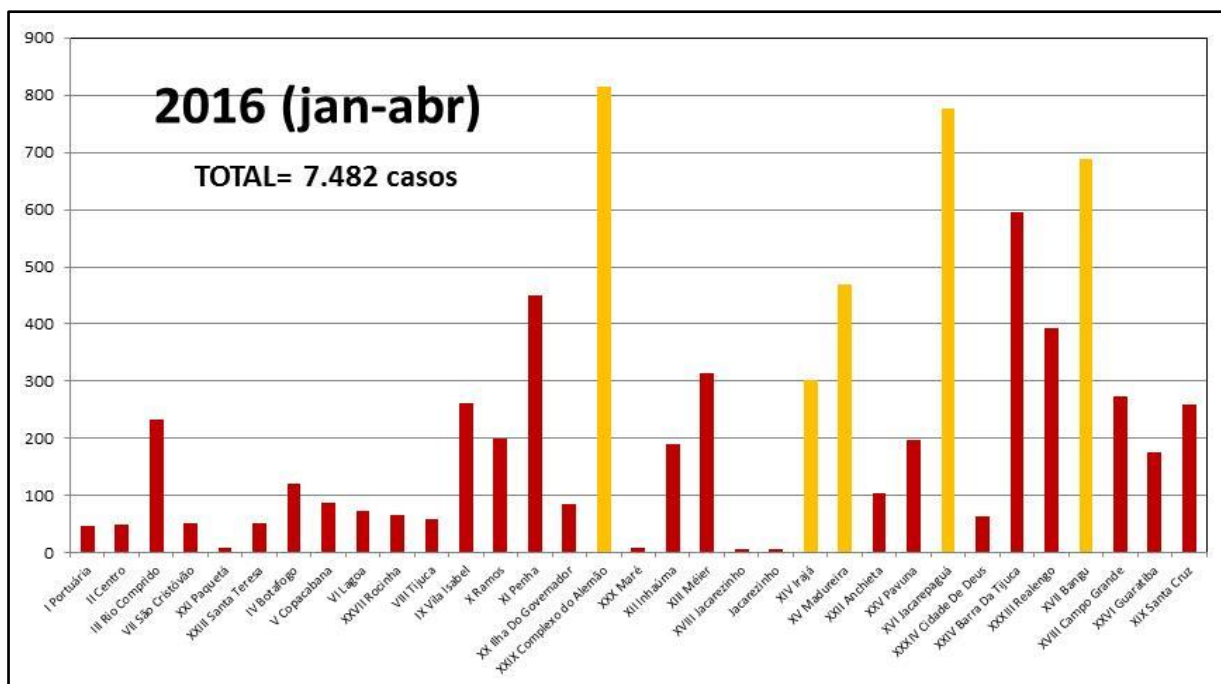


Figura 4 - Total de casos de Dengue por Regiões Administrativas da Cidade do Rio de Janeiro em 2016. Fonte: Secretaria Municipal de Saúde.

4. Temperaturas de superfície na cidade do Rio de Janeiro

"Ilha de calor" é o nome que se dá a um fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização onde as temperaturas médias costumam ser mais elevadas do que nas regiões rurais ou pouco urbanizadas próximas (Figura 5).

De maneira geral, as ilhas de calor ocorrem devido aos seguintes fatores:

- Elevada capacidade de absorção de calor de superfícies urbanas como o asfalto, paredes de tijolo ou concreto, telhas de barro e de amianto;
- Falta de áreas revestidas de vegetação, prejudicando o albedo, o poder refletor de determinada superfície e logo levando a uma maior absorção de calor;
- Impermeabilização dos solos pelo calçamento e desvio da água por bueiros e galerias, o que reduz o processo de evaporação, assim não usando o calor, e sim absorvendo;
- Concentração de edifícios, que interfere na circulação dos ventos;
- Poluição atmosférica que retém a radiação do calor;
- Utilização de energia pelos veículos de combustão interna, pelas residências e pelas indústrias, aumentando o aquecimento da atmosfera.



Figura 5 - Representação esquemática das ilhas de calor.

Fonte: <http://www.nanothermic1.com.br/ilhas-de-calor-termico.html>

O objetivo desse estudo é identificar o comportamento das temperaturas de superfície de diferentes áreas da Cidade do Rio de Janeiro, através do uso de imagens do satélite Landsat 8 utilizando como ferramenta Sistemas de Informações Geográficas – SIG e técnicas de processamento de imagens orbitais.

4.1. Métodos

Com o intuito de identificar zonas de altas temperaturas na cidade do Rio de Janeiro (“Ilhas de Calor”), foi realizado o cálculo da temperatura de superfície sem correção atmosférica para o Landsat-8 a partir da conversão dos níveis de cinza da banda 10 em radiância espectral. Em seguida, a radiância espectral foi convertida em temperatura por meio de equações e constantes (USGS, 2014).

Foram selecionadas 13 datas de aquisição de imagens do satélite Landsat 8 desde a data de seu lançamento (Primavera: 10/10/2014, 25/09/2015 e 11/10/2015; Verão: 20/01/2014, 10/02/2014, 26/02/2014, 12/01/2015, 13/02/2015, e 31/01/2016; Outono: 14/05/2013 e 20/04/2016; Inverno: 02/08/2013 e 26/08/2016).

É importante ressaltar que as imagens dos satélites da série Landsat estão disponíveis gratuitamente, mediante um cadastro do usuário em <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Para efeito de comparação do uso do solo foram geradas composições coloridas (cores naturais simuladas) utilizando as bandas 6R, 5G e 4B e sobrepostos os limites de bairros e municípios da região metropolitana. No cálculo da temperatura de superfície para o Landsat-8 a conversão dos níveis de cinza da banda 10 em radiância espectral (TOA) foi feita através da equação 1 (USGS, 2014):

$$L\lambda = ML Qcal + AL \quad (1)$$

onde:

$L\lambda$ = Radiância espectral ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

ML = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda ($3.3420E-04$)

Qcal = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

AL = Fator aditivo de redimensionamento da banda (0.1000)

A radiância espectral foi convertida em temperatura a partir da equação 2. As constantes térmicas da banda 10 do Landsat 8 foram obtidas no arquivo de metadados, onde K1 equivale a $774.89 W/m^2 sr \mu m$ e K2 equivale a $1321.08 K$ (USGS, 2014).

$$T_{sc} = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

onde:

Tsc = Temperatura sem correção atmosférica (Kelvin)

K1 = Constante de calibração 1 ($666.09 W/m^2 sr \mu m$)

K2 = Constante de calibração 2 ($1282.71 K$)

$L\lambda$ = Radiância espectral ($W/m^2 sr \mu m$)

➤ Transformação para °C = Tsc - 273,15

4.2. Resultados

A Cidade do Rio de Janeiro apresenta um uso de seu solo bastante heterogêneo (Figura 6), o que favorece diferentes temperaturas dentro da cidade. A formação de ilhas de calor se dá principalmente nos bairros mais urbanizados que, em contrapartida, não são tão arborizados. Bairros como o Jardim Botânico são vistos como uma “ilha de frescor”, por serem bem mais arborizados, o que resulta em áreas mais sombreadas, com construções mais planas, que evidenciam a diferença entre os pontos da cidade (NEIVA; CATTAE, 2014).

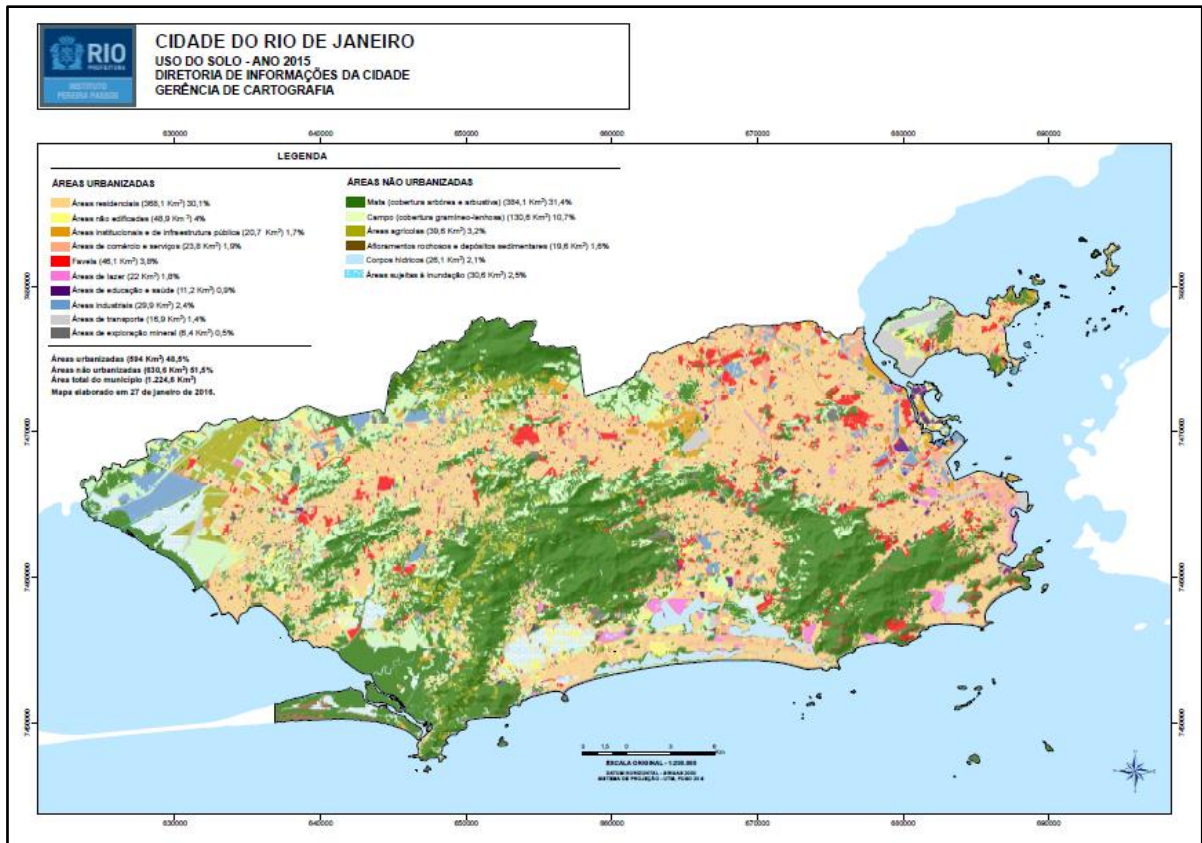


Figura 6 - Mapa de uso do solo da Cidade do Rio de Janeiro referente ao ano de 2015.

Fonte: Armazém de Dados, IPP, 2016.

Os mapas das Figuras 7, 8, 9 e 10 apresentam as temperaturas dos períodos de outono e inverno, respectivamente. Nessas épocas do ano as temperaturas são bem mais amenas, praticamente não ultrapassam a máxima de 30° C nas regiões que se tornam verdadeiros caldeirões na primavera e verão. É interessante destacar que nas áreas de remanescentes de Floresta Atlântica, como os maciços da Tijuca, Pedra Branca e Gericinó/Mendanha as temperaturas podem ficar abaixo dos 20° C.

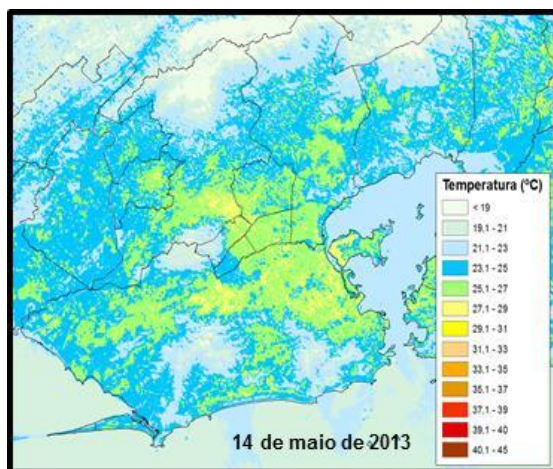


Figura 7 - Mapa de temperaturas de superfície no Outono gerado a partir da imagem Landsat 8 de 14/05/2013.

Fonte: Elaborado pelo autor.

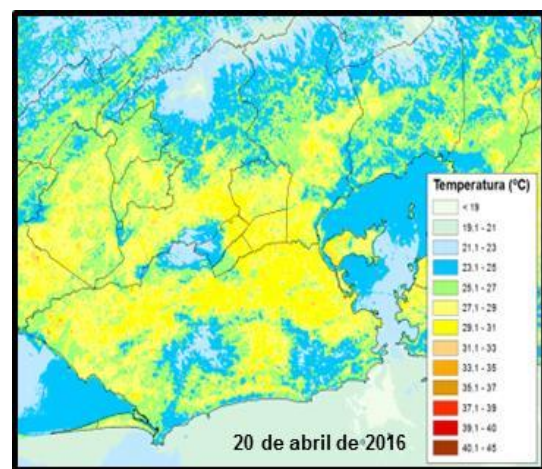


Figura 8 - Mapa de temperaturas de superfície no Outono gerado a partir da imagem Landsat 8 de 20/04/2016.

Fonte: Elaborado pelo autor.

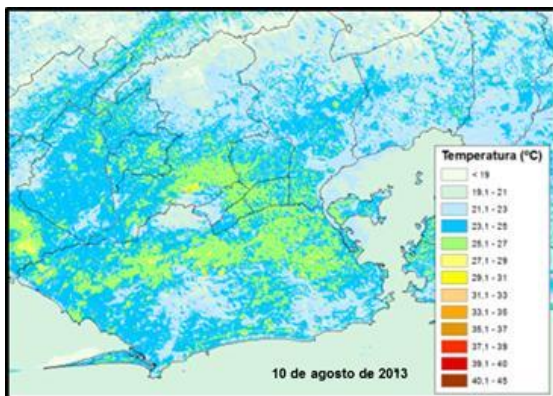


Figura 9 - Mapa de temperaturas de superfície no Inverno gerado a partir da imagem Landsat 8 de 10/08/2013.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

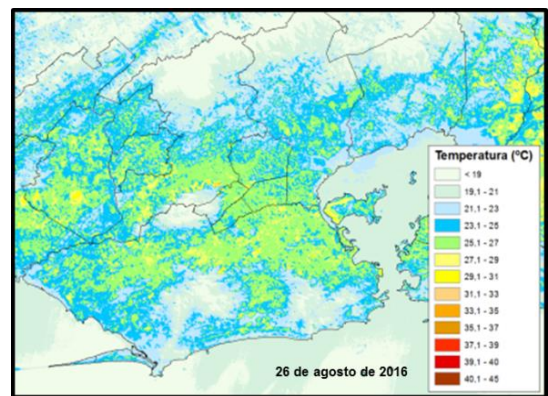


Figura 10 - Mapa de temperaturas de superfície no Inverno gerado a partir da imagem Landsat 8 de 26/08/2016.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Os mapas apresentados nas Figuras 11, 12 e 13 mostram as temperaturas de superfície para a Cidade do Rio de Janeiro e Região Metropolitana em três datas no período da primavera. Podemos observar que as temperaturas são elevadas em algumas áreas da cidade, com um pico de temperatura no mês de setembro de 2015, podendo ser alcançar temperaturas acima de 40°C.

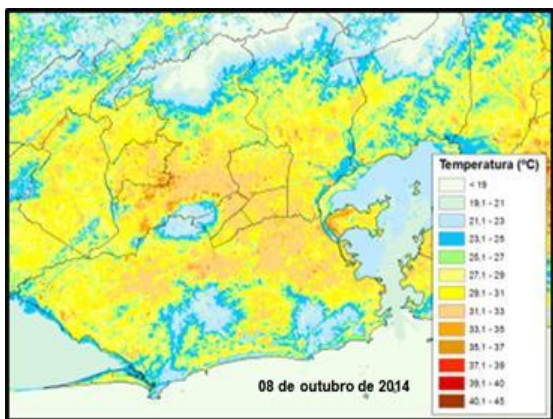


Figura 11 - Mapa de temperaturas de superfície na Primavera gerado a partir da imagem Landsat 8 de 08/10/2014.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

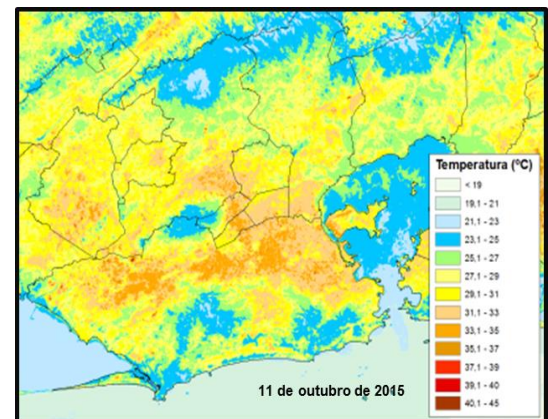


Figura 12 - Mapa de temperaturas de superfície na Primavera gerado a partir da imagem Landsat 8 de 11/09/2015.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

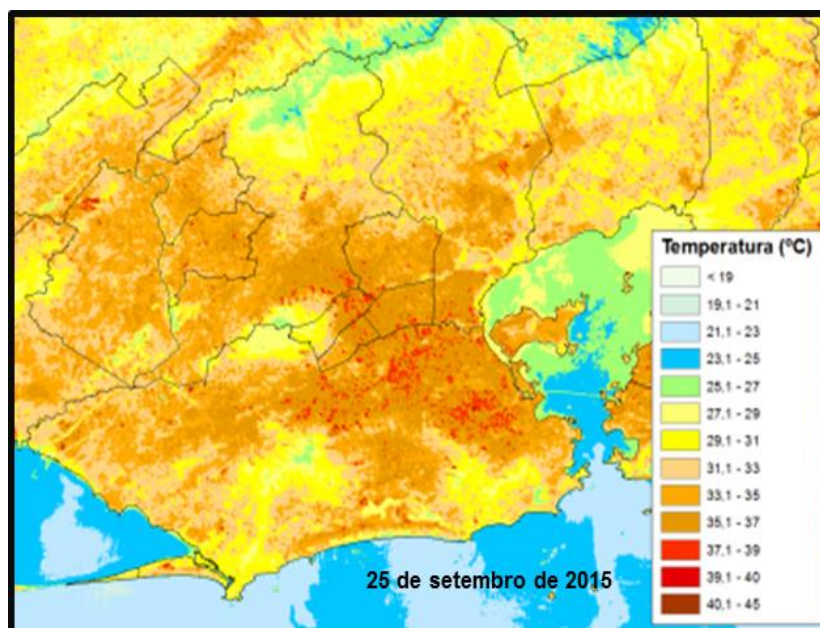


Figura 13 - Mapa de temperaturas de superfície na Primavera gerado a partir da imagem Landsat 8 de 25/09/2015.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O aumento significativo na amplitude de variação de temperatura ao longo dos dias, meses e anos pode trazer consequências mais drásticas para os seres vivos, na adaptação em curto período de tempo, além dos óbvios danos para a saúde da população humana. A relevância desta variação do ambiente térmico é a forte relação com doenças relacionadas à termorregulação e adaptações do sistema circulatório de respiração.

Todas as imagens obtidas no período de verão apresentaram altas temperaturas nas áreas mais densamente ocupadas da cidade (Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19), podendo ser destacadas as imagens de fevereiro de 2014 e janeiro de 2015. A partir desses mapas podemos deduzir que as regiões do Centro, Zona Norte, Zona Oeste e a Baixada de Jacarepaguá são as áreas mais críticas, podendo ser destacados os bairros do Caju, São Cristovão, Méier, Inhaúma, Penha, Irajá, Realengo, Bangu, Campo Grande, Guaratiba, Jacarepaguá e algumas áreas da Barra da Tijuca, onde as altas temperaturas são mais frequentes.

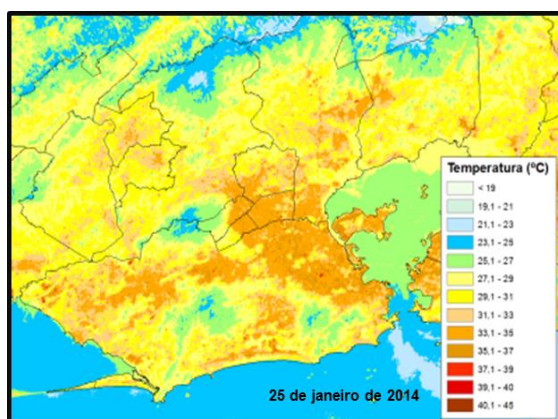


Figura 14 - Mapa de temperaturas de superfície no Verão gerado a partir da imagem Landsat 8 de 25/01/2014.

Fonte: Elaborado pelo autor.

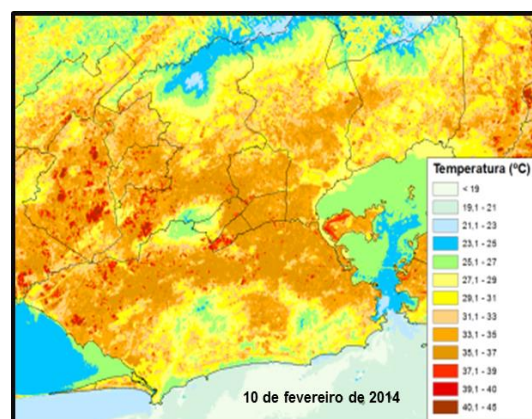


Figura 15 - Mapa de temperaturas de superfície no Verão gerado a partir da imagem Landsat 8 de 10/02/2014.

Fonte: Elaborado pelo autor.

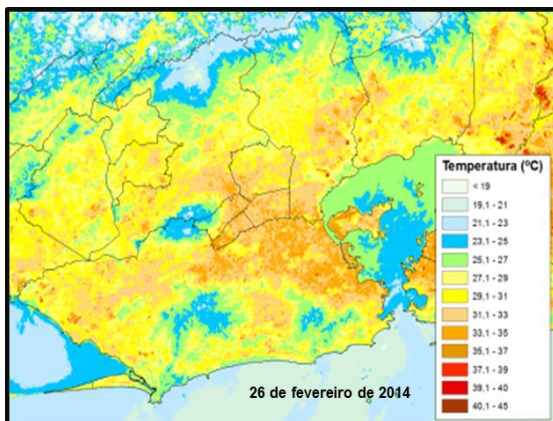


Figura 16 - Mapa de temperaturas de superfície no Verão gerado a partir da imagem Landsat 8 de 26/02/2014.
Fonte: Elaborado pelo autor.

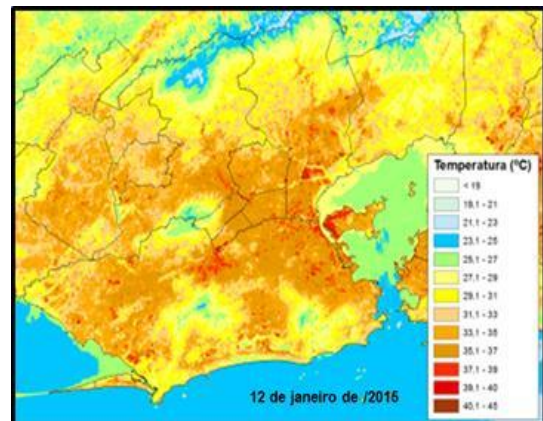


Figura 17 - Mapa de temperaturas de superfície no Verão gerado a partir da imagem Landsat 8 de 12/01/2015.
Fonte: Elaborado pelo autor.

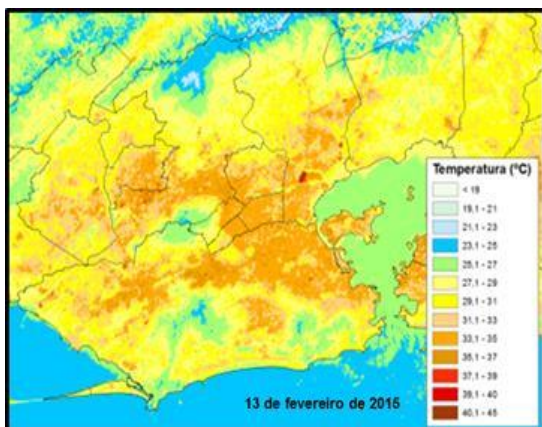


Figura 18 - Mapa de temperaturas de superfície no Verão gerado a partir da imagem Landsat 8 de 13/02/2015.
Fonte: Elaborado pelo autor.

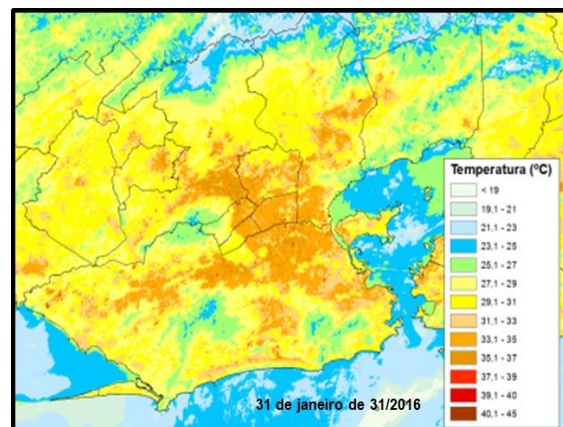


Figura 19 - Mapa de temperaturas de superfície no Verão gerado a partir da imagem Landsat 8 de 31/01/2016.
Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Discussões

As Mudanças Climáticas têm sido alvo de diversas discussões e pesquisas científicas. Os climatologistas verificaram que, nas últimas décadas, ocorreu um significativo aumento da temperatura mundial, fenômeno conhecido como aquecimento global. Este fenômeno, gerado pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa, tem provocado o derretimento de gelo das calotas polares e o aumento no nível de água dos oceanos. O processo de desertificação também tem aumentado nas últimas décadas como consequência.

Para entendermos melhor este fenômeno climático, podemos usar como exemplo a metrópole do Rio de Janeiro que é considerada uma ilha de calor. Como tem grande concentração de asfalto (ruas, avenidas) e concreto (prédios, casas e outras construções) o Rio de Janeiro concentra mais calor, fazendo com que a temperatura fique acima da média de outros municípios e a umidade relativa do ar também fica baixa nessas áreas.

Em relação às temperaturas, se tem observado um aumento significativo nos picos de alta e baixa, o que tem levado a um aumento significativo na amplitude de variação da temperatura ao longo do ano. Esta amplitude maior pode trazer consequências mais drásticas para os seres vivos, em termos de adaptação num curto período de tempo, além dos óbvios danos à saúde da população humana como problemas cardiovasculares, doenças respiratórias e epidemias transmitidas por vetores.

Essas alterações nas temperaturas globais podem estar diretamente relacionadas com o fenômeno das Ondas de Calor. Segundo a Organização Meteorológica Mundial – OMM, ligada a ONU, uma onda de calor é um período prolongado de tempo excessivamente quente, que pode ser também excessivamente úmido. O termo depende da temperatura considerada "normal" em cada região, pois uma mesma temperatura que num clima quente se considere normal pode ser considerada como onda de calor numa zona com clima mais frio.

Publicação no site UOL notícias⁵ - Ciência e Saúde (09/12/2010 - 18h58) revela que a onda de calor de 2003 na Europa foi uma das mais fortes e que mais consequências trouxe ao Hemisfério Norte. Causou crises na saúde em vários países e consideráveis impactos na agricultura⁶.

Várias pessoas morreram por causa das altas temperaturas, que chegaram a mais de 50 graus Celsius em algumas regiões da Europa. O país mais atingido foi a França, que teve grandes prejuízos devido à onda de calor seguido da Itália.

Esse fenômeno já vem sendo observado em vários países do Hemisfério Sul, como a Austrália, Argentina e África do Sul, a exemplo do Hemisfério Norte. No Brasil, a Região Sudeste tem apresentado com maior frequência esse tipo de anomalia, e a Cidade do Rio de Janeiro tem tido verões cada vez mais quentes, devido a uma série de situações como o crescimento de áreas urbanas com padrões de urbanização que resultam no aumento de temperaturas, emissão de gases do efeito estufa (GEE), entre outros. Existem várias maneiras de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa e os efeitos no aquecimento global. Diminuir o desmatamento, investir no reflorestamento e na conservação de áreas naturais, incentivar o uso de energias renováveis não convencionais (solar, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas), preferir utilizar biocombustíveis (etanol, biodiesel) a combustíveis fósseis (gasolina, óleo diesel), investir na redução do consumo de energia e na eficiência energética, reduzir, reaproveitar e reciclar materiais, investir em tecnologias de baixo carbono, melhorar o transporte público com baixa emissão de GEE, são algumas das possibilidades.

A Cidade do Rio de Janeiro, desde a Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável, Rio + 20 (2012), discute a adoção de legislação incentivando "edifícios verdes", ou seja, métodos construtivos menos agressivos ao meio ambiente e tecnologias de economia e eficiência no uso de água e energia, como medidas mitigadoras para os efeitos das Mudanças Climáticas.

A proposta fornece benefícios fiscais, tais como descontos ou mesmo isenção de taxas de construção e uso do solo urbano e serviços para esta nova norma e terá que ter a aprovação da Câmara Municipal e a sanção do Prefeito. Porém, ainda são necessários mais debates com os cidadãos, a sociedade civil organizada, universidades e o poder público. Para isso foi publicado o “Decreto Rio nº 42776, de 1º de janeiro de 2017”, que estipula o prazo de 120 (cento e vinte) dias para que a Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente e a Secretaria Municipal de Fazenda

⁵ Ver em: <<http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2010/12/09/2003-onda-de-calor-varre-a-europa-e-provoca-mais-de-35-mil-mortes.htm>>.

⁶ Ver em: <<http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/2016/07/onu-alerta-que-ondas-de-calor-podem-continuar-matando-milhares-de-pessoas/#.WE7YbeYrLIV>>.

apresentem Plano para instituir o Imposto Predial e Territorial Urbano Verde - IPTU Verde na Cidade do Rio de Janeiro.

6 - Referências Bibliográficas

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V.. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285-304, jul./set 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil**. BRASIL, Brasília. Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.

Climate trends continue to break records. **NEWS**, July 19, 2016. Disponível em: <<http://climate.nasa.gov/news/2465/2016-climate-trends-continue-to-break-records/>>

IPP-Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. **SIURB-Sistema Municipal de Informações Urbanas**. Armazém de Dados, 2016. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp>>.

NASA-National Aeronautics and Space Administration, Goddard Institute for Space Studies (GISS). Analyses reveal record-shattering global warm temperatures in 2015. **NEWS**, January 20, 2016. Disponível em: <http://climate.nasa.gov/news/2391/analyses-reveal-record-shattering-global-warm-temperatures-in-2015/>

NEIVA, Henderson da Silva; CATTAE, Julia Fernandes. A ilha de calor e frescor na Cidade do Rio de Janeiro: estudo de caso dos bairros Méier e Jardim Botânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7., 2014, Vitória/ES. **Anais...** Vitória, s.l., 2014.

PEREIRA, G.; CAMARGO, F. F.; OLIVEIRA, L. G. L.; GUERRA, J. B. Identificação do fenômeno de ilhas de calor para a Região Metropolitana de São Paulo através de dados provenientes do Satélite Landsat 7 ETM+. SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 3., Aracaju, 2006. **Anais...** Aracaju, s.l., 2006.

PREFEITURA da Cidade do Rio. **RIORESILIENTE: diagnóstico e áreas de foco**. 2015. Disponível em: <<http://centrodeoperacoes.rio/assets/PEF-0112-14-LVR-210x280-Resiliencia-43.pdf>>.

PREFEITURA da Cidade do Rio. **Secretaria de Saúde**. 2016 Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/sms/pagina-inicial-sms>>.

SILVA, Edelci. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P. Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. **Revista Bibliográfica de Geografia Y Ciencias Sociales**, Barcelona, Vol. XIX, nº 1092, 30 de septiembre de 2014.

USGS, United State Geological Survey, Landsat Missions. **Landsat 8 Data Users Handbook - Section 5 Executive Summary**. 2014. USA, Reston, VA. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/l8handbook_section5.php>