

## SITUAÇÕES DE ILHAS DE CALOR E ESPAÇOS DE SEGREGAÇÃO SOCIOAMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

**Andrews José de LUCENA.**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Rio de Janeiro-Brasil.  
[lucenageo@yahoo.com.br](mailto:lucenageo@yahoo.com.br)

**Leonardo de Faria PERES.**

Universidade Federal do Rio de Janeiro/Rio de Janeiro-Brasil.  
[leonardo.peres@igeo.ufrj.br](mailto:leonardo.peres@igeo.ufrj.br)

### Resumo

Neste trabalho foi realizado um diagnóstico da temperatura na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) por meio do sensoriamento remoto entre 1984 e 2010 a partir do sensor Landsat. Trabalhou-se com a temperatura da superfície continental (TSC) para o monitoramento da ilha de calor. A RMRJ tem sua ilha de calor de natureza "polinucleada", isto é, com vários núcleos de calor distribuídos no espaço metropolitano, configurando uma "ilha de calor metropolitana". Estes núcleos estão concentrados nas grandes vias rodoviárias, em áreas obsoletas ou degradadas da zona portuária e do subúrbio. As áreas mais amenas, nomeadas de ilhas de frescor, localizaram-se nas proximidades dos maciços costeiros com floresta, no entorno das lagoas litorâneas e nos parques urbanos. Assim, os espaços de maior conforto, com predomínio da ilha de frescor, estão localizados nas áreas de melhor infraestrutura urbana, com material urbano de construção mais "limpo" e na proximidade das amenidades do "verde" (parques e florestas) e do "azul" (o mar e a lagoa); ao passo que os espaços de maior desconforto, que predominam a ilha de calor, estão situados nas áreas com infraestrutura urbana precária, de material urbano de pior qualidade e ausentes ou distantes das amenidades da natureza, constituindo espaços insalubres. Por conta dos grandes eventos a caminho, espera-se que as condições de infraestrutura urbana e as condições ambientais se tornem mais justas, proporcionando situações de melhor conforto térmico principalmente nos espaços mais segregados.

**Palavras chave:** ilha de calor metropolitana (ICM); segregação socioambiental; região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

### Abstract

In this paper we present a diagnosis of temperature on Metropolitan Area of Rio de Janeiro (MARJ) through remote sensing between 1984 and 2010 from the Landsat sensor. We worked with the land surface temperature (LST) for the monitoring of heat island. The MARJ has its nature of heat island "polynuclear", that is with several heat nucleus distributed in the metropolitan space setting a "metropolitan heat island". These nucleus are concentrated in major roads in obsolete or degraded areas of the port area and the suburbs. The milder areas named freshness islands

were located near the coastal massifs with forest, in the vicinity of coastal ponds and city parks. Thus, the spaces of greater comfort with a predominance freshness island are located in the areas of better urban infrastructure with a "cleaner" urban construction material and in proximity to the amenities of the "green" (parks and forests) and the "blue" (the sea and the lagoon); while the areas of greater discomfort, where predominates heat island are situated in areas with poor urban infrastructure with inferior quality urban material and absent or distant from the amenities of nature, constituting unhealthy spaces. Because of the major events on the way, it is expected that the conditions of urban infrastructure and environmental conditions become more just, providing better thermal comfort situations especially in more segregated spaces.

**Keywords:** metropolitan heat island (MHI); socioenvironmental segregation; metropolitan area of Rio de Janeiro (MARJ).

## 1. Introdução

O espaço urbano é resultado da relação homem-natureza, responsável pela modelação do espaço geográfico. O espaço urbano dos países semiperiféricos atravessou um desenvolvimento tardio e deficiente originando graves problemas estruturais, incluindo aqueles de ordem social (saúde, educação, habitação e segurança), de infraestrutura e mobilidade urbana (saneamento e transporte) até aqueles de ordem ambiental (diferentes níveis de poluição, movimentos de massa, enchentes e inundações). Os problemas ambientais e seus respectivos impactos não são problemas apenas de ordem física, mas também de ordem humana e social, uma vez que deflagram e evoluem por conta das suas carências não resolvidas e não controladas.

A segregação espacial é um processo e forma espacial muito notório da cidade contemporânea (Vasconcelos et al, 2013) e se expressa sobre várias realidades distintas. O conceito em si de "segregação" tem sua noção atrelada aos indivíduos e aos espaços e se caracteriza por um processo que conduz à formação de áreas reclusas, nas quais a população é forçada a residir (Vasconcelos, 2013). A segregação residencial é um dos mais expressivos processos espaciais que fragmentam o espaço urbano e as áreas sociais são a sua manifestação espacial, a forma resultante do processo (Corrêa, 2013).

De imediato a segregação residencial significa "o acesso diferenciado aos recursos da vida, sobretudo aqueles escassos" (Corrêa, 2013:42). A segregação residencial pode ser considerada como autossegregação e como segregação imposta ou induzida. "A autossegregação é uma política de classe associada à elite e aos estratos superiores de classe média, dotados de elevada renda monetária" (...). A segregação imposta envolve aqueles que "residem onde lhes é imposto, sem alternativas de escolha locacional e de tipo de habitação", enquanto a segregação induzida envolve "aqueles que ainda têm

algumas escolhas possíveis, situadas, no entanto, dentro de limites estabelecidos pelo preço da terra e dos imóveis” (Corrêa, 2013:43).

A qualidade de vida das cidades pode ser averiguada por diferentes índices, dos quais se destaca, com bastante frequência, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que se baseia nos indicadores de longevidade, educação e renda. A localização e as condições de moradia podem retratar o IDH de uma determinada classe social, ou vice-versa, uma vez que a autossegregação ou a segregação imposta ou induzida estabelecem relações muito próximas com o tempo de vida, o acesso e o tempo de estudo e a renda per capita.

A ilha de calor urbana (ICU) é um produto do clima urbano (Oke, 1987), o clima modificado pela cidade, e um dos principais problemas ambientais do século XXI (Rizwan, 2008 et al.) e é gerada pela natureza artificial da cidade que favorece o maior estoque de energia e a minoração da sua dissipação ocasionando situações de stress térmico e desconforto. As áreas da cidade com maior capacidade de estocar energia são as mais vulneráveis ao fenômeno da ilha de calor, e geralmente onde estão as classes sociais de baixa renda. Sugere-se, neste caso, que essas áreas se configuram em espaços de *segregação socioambiental*, conceito que alia os espaços de segregação imposta ou induzida às vulnerabilidades físicas, como as oferecidas pela atmosfera urbana.

Uma importante técnica para monitorar a ilha de calor urbana (Gallo et al., 1995), e aperfeiçoada nos últimos anos, é o sensoriamento remoto, que apresenta como grande vantagem o mapeamento e monitoramento espacial, haja vista a ausência de uma rede de monitoramento da temperatura do ar em muitos espaços de porte metropolitano. Com o uso das bandas termais, e a obtenção da temperatura da superfície, é estimada a Ilha de calor (neste caso, nomeada como Ilha de Calor Urbana de Superfície – ICUS), comumente computada a partir de uma medida de diferença entre os espaços mais quentes e os mais frescos, estabelecendo-se nos espaços mais quentes o núcleo da ilha de calor urbana.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é mapear e analisar a ilha de calor na região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) dos últimos 30 anos, sob a perspectiva da segregação socioambiental, identificando e caracterizando as áreas mais quentes e as mais amenas entre os distintos espaços sociais da metrópole. Este mapeamento e análise dar-se-ão com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto e com os indicadores de desenvolvimento humano, o IDH.

## **2. Área de estudo**

Situada na costa leste da América do Sul, e região sudeste do Brasil, banhada pelo oceano Atlântico, a região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), atualmente com 21 cidades – Fig. 1 - é a segunda mais importante área metropolitana do Brasil com uma população atual acima dos 12 milhões

de habitantes (IBGE, 2014). Conta com uma diversa rede de serviços, uma densa infraestrutura urbana e de logística. A cidade do Rio de Janeiro, capital do Estado do Rio de Janeiro, representa o núcleo da metrópole e exerce intensa centralidade aglutinando uma forte atração das demais cidades da região metropolitana.

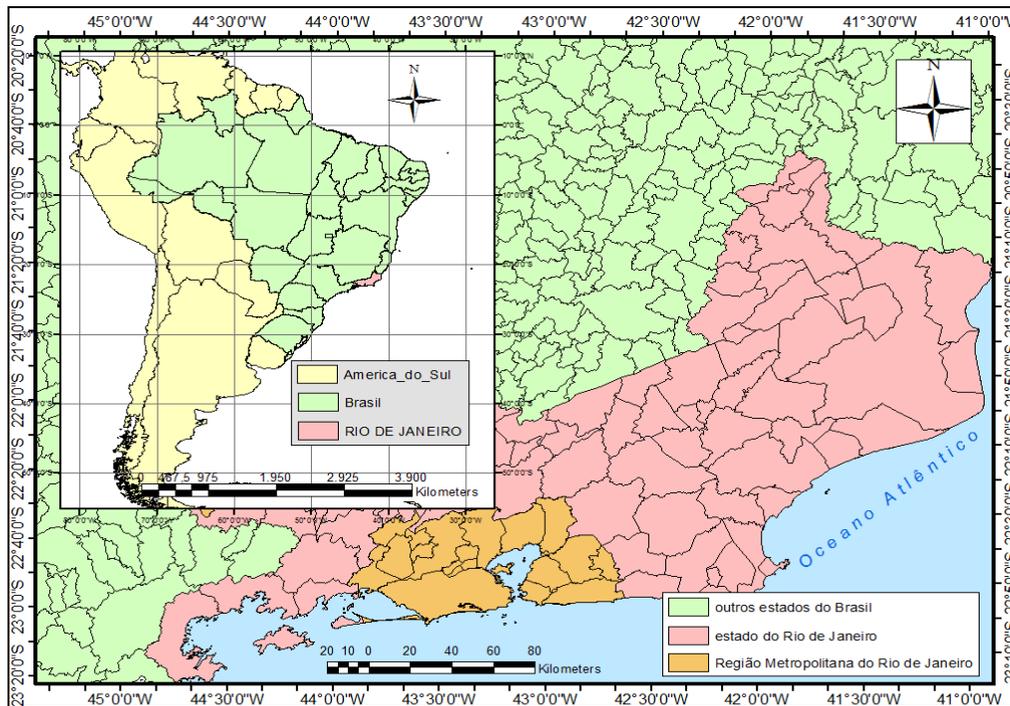


Fig. 1. Localização da região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) no Brasil e América do Sul.

Seu espaço físico é bastante heterogêneo mesclado por baixadas e maciços litorâneos e interioranos (Fig. 2), baías, ilhas, restingas e formações vegetais florestais e arbustivas, além de um clima quente e úmido com variadas combinações em função da presença do mar, e do papel do relevo e da vegetação.

A ocupação do espaço e a atual configuração urbana e social obedeceram a lógica da disposição do relevo, que dificulta até hoje a instalação da população, e aos interesses do Estado, da indústria e dos grandes empreendedores. Por conta disso, a RMRJ se organizou a partir de vários vetores de expansão, com gênese na área central da cidade do Rio de Janeiro, região embrionária da cidade, situada às margens da baía de Guanabara.

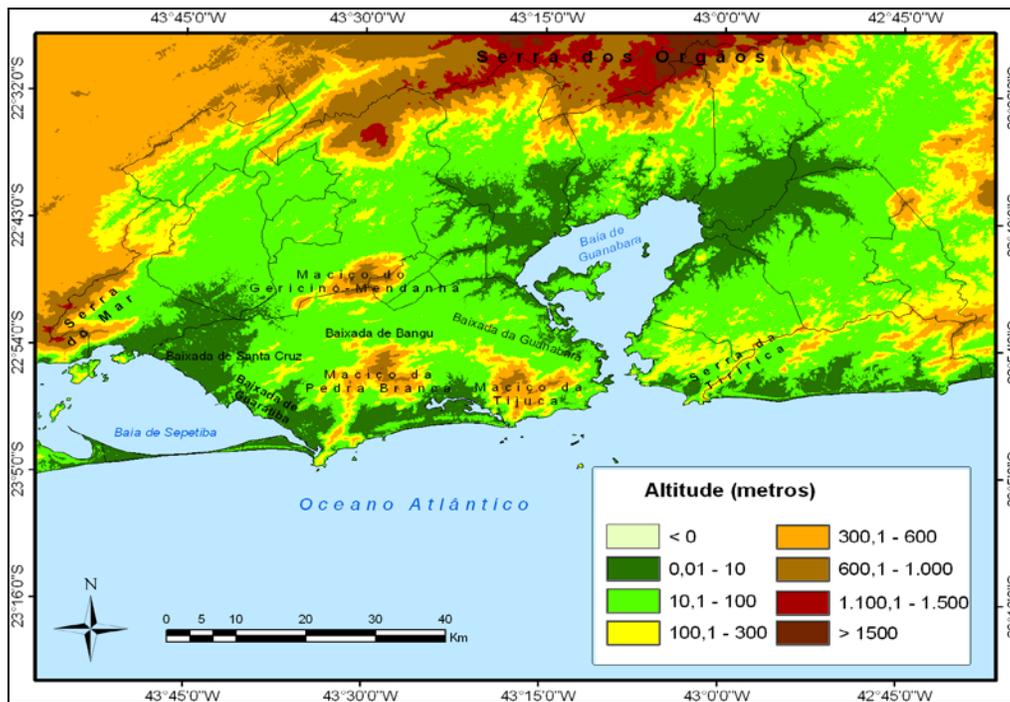


Fig. 2. Mapa físico da região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

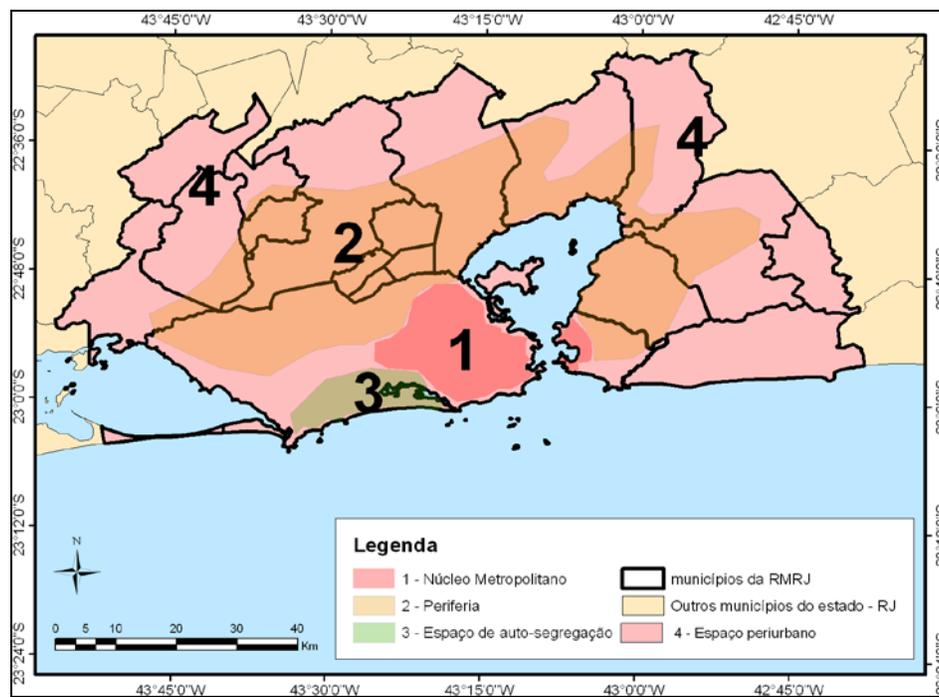


Fig. 3: Organização espacial na região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) segundo a dinâmica econômico-social (Adaptado de Souza, 2007).

Assim, a RMRJ pode ser regionalizada em quatro grandes espaços econômico-sociais (Fig. 3), conforme Souza, 2007: o núcleo metropolitano que compreende a área central, a zona sul da cidade do Rio de Janeiro e Niterói; a periferia (ou subúrbio), espaço este dominado por loteamentos irregulares, que abrange parte da cidade do Rio de Janeiro, a Baixada Fluminense (a norte da cidade do Rio de Janeiro) e o leste da baía de Guanabara; o espaço atraído pela autosegregação, a Barra da Tijuca, Jacarepaguá e Recreio dos Bandeirantes; e a franja rural-urbana (ou espaço periurbano) - uma faixa de transição entre o uso da terra tipicamente rural e o urbano, mas que se insere cada vez mais forte na lógica urbana, localizadas principalmente no extremo oeste e leste.

### 3. Material e Métodos

Foram utilizadas 99 imagens de satélite, entre os anos de 1984 e 2010, referentes à área que engloba a região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). As imagens obtidas são da plataforma Landsat, da sua série 5 e 7. A plataforma Landsat oferece vantagens em relação a outras, como a sua série temporal relativamente longa, que, no caso da RMRJ, data-se desde 1984, e a sua resolução espacial. Adicionalmente, a série de dados do Landsat é disponibilizada gratuitamente aos usuários de forma instantânea pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) e pelo United States Geological Survey – USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). O Landsat é uma dos sensores pioneiros na investigação do clima urbano proporcionando o mapeamento espacial da temperatura e a detecção da ilha de calor urbana (Lougeay et al., 1996; Voogt e Oke, 2003).

As imagens foram processadas e georeferenciadas no código computacional SPRING 4.3. Em seguida, foi realizada a correção radiométrica com base nas equações e constantes de calibração de Chander (Chander et al., 2009) como parte do pré-processamento dos dados. Com suporte no trabalho de França e Cracknell (França e Cracknell, 1995), foram adotadas três técnicas de mascaramento de nuvens: a) técnica com base em limiar do valor da reflectância na banda 3; b) técnica com base em limiar do valor de temperatura de brilho na banda 6; c) técnica da razão entre as bandas 4 e 3. As três técnicas identificam se o pixel está coberto por nuvens ou não.

Medidas adequadas da temperatura da superfície continental (TSC) são úteis aos estudos de clima urbano devido ao seu papel importante no balanço de energia à superfície. Sua utilidade no entendimento das interações terra-atmosfera decorre principalmente da sua sensibilidade à partição dos fluxos de calor sensível e latente à superfície (Norman et al., 1995). Grande parte de trabalhos em clima urbano, que fazem uso de dados de sensoriamento remoto no infravermelho termal, utiliza a temperatura de brilho, associada à radiação no topo da atmosfera (Souza e Silva, 2005), como aproximação da TSC.

Essa abordagem simplificada deve-se à dificuldade de uma estimativa adequada da TSC a partir de dados de satélite, que requer levar em conta, não só os parâmetros atmosféricos, mas também a emissividade da superfície. E erroneamente a maioria dos trabalhos em clima urbano utiliza a expressão “temperatura da superfície” quando de fato foi implementada a temperatura de brilho, aquela obtida no topo da atmosfera. Portanto, torna-se necessário corrigir os efeitos da atmosfera e da emissividade na radiância medida no topo da atmosfera para eliminar quaisquer ruídos que possam interferir na estimativa da TSC real.

A temperatura da superfície continental (TSC) foi estimada utilizando a banda 6 do Landsat com base em diferentes parametrizações (Qin et al., 2001; Souza e Silva, 2005), onde a correção atmosférica é realizada utilizando-se dados de estações meteorológicas na RMRJ. A TSC estimada é resultado da combinação entre a temperatura de brilho na banda 6 e um fator de correção que leva em conta a influência atmosférica e a emissividade da superfície no sinal registrado pelo instrumento a bordo do satélite. A emissividade foi obtida a partir do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) de acordo com Van de Griend e Owe (Van de Griend e Owe, 1993). A demonstração com as equações e algoritmos de correção geométrica e correção atmosférica podem ser apreciadas em Lucena (2012) ou em Lucena et al. (2013).

As imagens foram combinadas gerando uma única imagem para todo o período de 1984 a 2010 utilizando o critério da composição de máximo valor (CMV). Desse modo, uma única imagem representa todo o período. O método da CMV seleciona o pixel com maior valor ao longo da série temporal para a composição final, eliminando os píxeis contaminados, com valores menores, ainda que aplicados o mascaramento de nuvens e a correção atmosférica. O pixel com maior temperatura atende, dessa forma, a expectativa de identificar as áreas mais quentes (Eklundh, 1995).

Dados do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mais recente (IBGE, 2014) foram selecionados para identificar a qualidade de vida de várias áreas da RMRJ. Foram selecionadas as áreas com o maior e o menor IDH e analisado o comportamento da TSC. Das áreas selecionadas calcularam-se a média da TSC (máxima, média e mínima), além do desvio padrão para comparar e confrontá-los com o ranking do IDH.

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1- A distribuição espacial da Temperatura da Superfície Continental (TSC) e a configuração da ilha de calor na região metropolitana do Rio de Janeiro no período 1984-2010:**

A Figura 4 exibe um mapa-síntese com a distribuição espacial da TSC para todo o período entre 1984 e 2010. Os valores mais elevados da TSC, acima de 50°C, concentraram-se nas regiões de tom

avermelhado que representam os principais núcleos urbanos da metrópole. Esses núcleos mais quentes englobam a borda do setor leste e oeste da baía de Guanabara e percorre as zonas de baixada, em direção a oeste, norte-noroeste (baixada da Guanabara, de Jacarepaguá, de Bangu e de Santa Cruz). A área costeira, no limite sul a oeste e leste da baía de Guanabara que incluem os bairros da zona sul e da Barra da Tijuca na cidade do Rio de Janeiro e os bairros oceânicos da cidade de Niterói, respectivamente, também apresentam os valores iguais ou acima dos 50°C. Essas áreas estabelecem o reduto da ilha de calor na RMRJ.

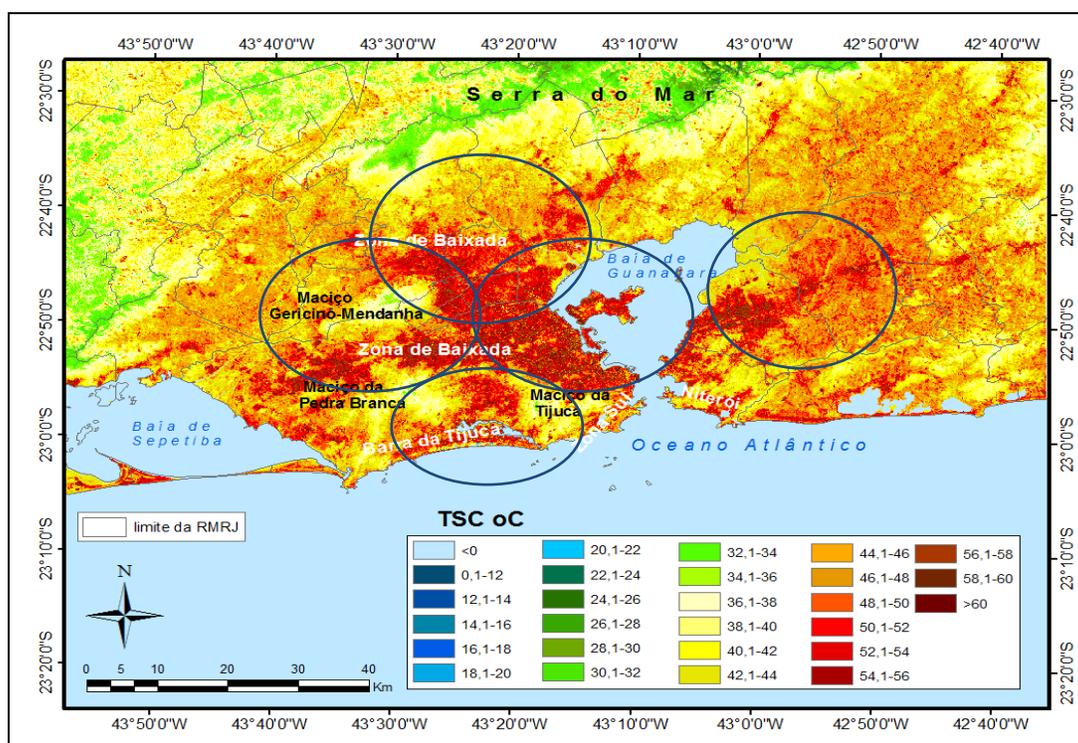


Fig. 4. Mapa de Composição de Máximo Valor (CMV) da Temperatura da Superfície Continental (TSC) para o período 1984-2010 na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Diante da configuração espacial definida pela TSC, constata-se que a ilha de calor na RMRJ apresenta um padrão polinucleado, isto é, com vários núcleos de calor espalhados, conforme mostram os círculos concêntricos da Fig. 4. Esse padrão polinuclear desfaz o conceito teórico da ilha de calor clássica, obtida na literatura europeia e norte-americana de climas temperados, que estabelece a área central da cidade como o reduto do núcleo máximo da ilha de calor. A ilha de calor clássica obedece ao modelo de urbanização conhecido como centro-periferia, que indica um padrão onde a cidade se

desenvolve em torno do seu centro histórico ou do seu núcleo metropolitano, formando os subúrbios ou a periferia a partir dele.

O modelo europeu e norte americano de urbanização derivam do conceito que, a partir do centro histórico ou do núcleo metropolitano, os subúrbios tendem a se distribuir em um padrão horizontal de ocupação de usos menos complexos do solo e a taxas de massa vegetal superior ao núcleo. Abrigam uma população urbana que extravasa os limites do núcleo metropolitano. Em se tratando dos países semiperiféricos, tal como o Brasil, as suas regiões metropolitanas e, neste caso, a metrópole fluminense atende ao modelo centro-periferia, entretantes o seu subúrbio e periferia apresentarem condições inóspitas de habitação, funcionando como um espaço repulsor e segregador ao Centro, ao invés de abrigo popular e eficiente a uma população urbana crescente.

Atualmente, o modelo centro-periferia sofre adaptações no interior da metrópole fluminense, a partir da individualização de enclaves espaciais, que são núcleos urbanos de segmentação social. Esse novo momento do dinamismo urbano cria núcleos elitizados na periferia. A elitização, composta por uma classe média emergente do subúrbio, é percebida pelo aspecto do novo urbano, materializado na Barra da Tijuca, como a busca da residência no condomínio fechado e das compras nos centros comerciais (shopping centers), sinal de segurança e status social. O dinamismo urbano também tem recuperado áreas degradadas ou esvaziadas, transformando-as em atrativas, como ocorre com a proliferação dos centros comerciais (shoppings) a partir de antigas fábricas falidas.

Em contrapartida, enclaves mais amenos, com temperaturas bem abaixo dos 30°C, são encontrados nas áreas em direção ao extremo leste, oeste e norte (parte do subúrbio e da periferia metropolitana) e nas áreas de maior vegetação do entorno dos maciços costeiros (Tijuca, Pedra Branca e Gericinó-Mendanha), nas encostas da serra do Mar no extremo norte e pequenos parques urbanos. Essas áreas são propensas a concentrar a ilha de frescor urbana em contraste às ilhas de calor urbanas.

#### **4.2- Ilhas de calor e espaços de segregação socioambiental na região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ)**

O bairro da Gávea, na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, contém o maior IDH municipal, ao passo que o Complexo do Alemão, na zona norte, registra o pior índice, posicionando-se na 126ª posição no ranking. Os dois bairros estão distantes pouco mais de 23 quilômetros (Fig. 5), e se localizam em espaços distintos da dinâmica econômico-social da RMRJ, conforme a Figura 3, isto é, a Gávea se encontra no núcleo metropolitano, e o Complexo do Alemão integra o espaço da periferia.

A realidade dos bairros é bastante distinta, a começar pelo IDH, mas outros elementos também se projetam neste profundo abismo social, incluindo o alto poder aquisitivo, o vasto acesso a cultura e a

educação na Gávea, enquanto no Complexo do Alemão registram-se altos índices de criminalidade, baixo poder aquisitivo da população e pouco acesso a instituições de cultura.

Os indicadores sociais também se refletem na espacialização da TSC, conforme se observam na Fig. 6 e Tabela 1. Há predomínio de tons amarelados no bairro da Gávea com TSC entre 36 e 44°C, diferentemente do Complexo do Alemão predominando tons laranja-avermelhados, que concentram valores entre 40 e 56°C. Os valores médios (TSC máxima, média e mínima) são mais elevados no Complexo do Alemão, confirmando a disposição espacial da TSC. O Complexo do Alemão apresenta características horizontais predominando casas, aglomeradas, sendo a maior parte composta por grupos de favelas. As moradias são amontoadas, os materiais empregados nas habitações são de baixa qualidade com alta capacidade de absorção de energia e com incipiente troca de calor com o ambiente externo. Na Gávea, predomina a habitação em prédios e apartamentos, o que teoricamente determina maiores condições de absorção de energia e eleva a temperatura da superfície. Entretanto, trata-se de habitações mais esparsadas uma das outras e o bairro conta com uma alta taxa de arborização, condições que favorecem a elevação das taxas de calor latente, as trocas de calor com o ambiente e reduz a temperatura da superfície. Esta realidade também pode ser identificada na densidade demográfica dos bairros, 62,1 na Gávea e 233,5 no Complexo do Alemão (IPP, 2014), quase quatro vezes maior<sup>1</sup>.

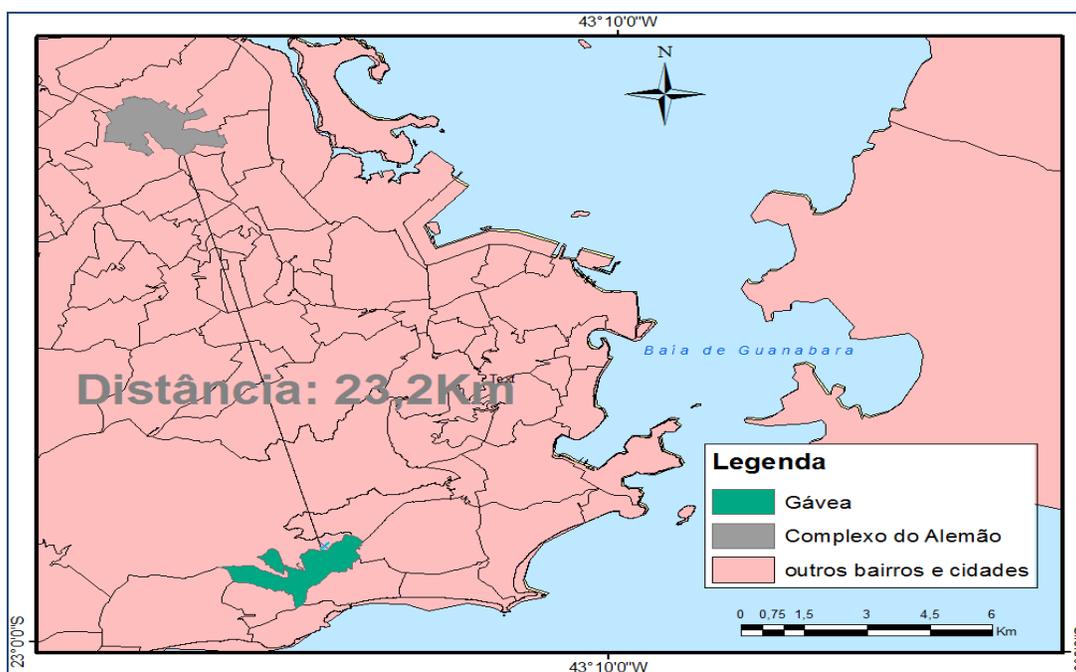


Fig. 5. Localização dos bairros da Gávea e Complexo do Alemão na cidade do Rio de Janeiro

<sup>1</sup> A população absoluta no bairro da Gávea é de 16.003 em uma área territorial de 257,76 há; A população absoluta do Complexo do Alemão é de 69.143 em uma área territorial de 296,09ha.

Tabela 1: Valores médios da Temperatura da Superfície Continental (TSC) e IDH na Gávea e no Complexo do Alemão.

Bairro	Localização	TSC oC			Desvio padrão (STD)	IDH	Ranking
		Mínima	Máxima	Média			
Gávea	Núcleo metropolitano	38,6	57,3	47,6	3,7	0,970	1
Complexo do Alemão	Periferia	40,1	62,6	51,3	3,5	0,711	126

O segundo bairro com o melhor IDH da cidade do Rio de Janeiro é o Leblon, também localizado na zona sul, enquanto o segundo pior bairro em IDH é Costa Barros, na zona norte. Esses dois bairros estão distantes cerca de 35 quilômetros (Fig. 7) e estão localizados em espaços econômicos-sociais distintos, núcleo metropolitano e periferia, respectivamente. A dinâmica social desses bairros assemelha-se aos outros dois bairros analisados. O Leblon é vizinho ao bairro da Gávea, enquanto Costa Barros está mais distante do Complexo do Alemão, em direção aos espaços de ocupação mais recente da periferia da região metropolitana.

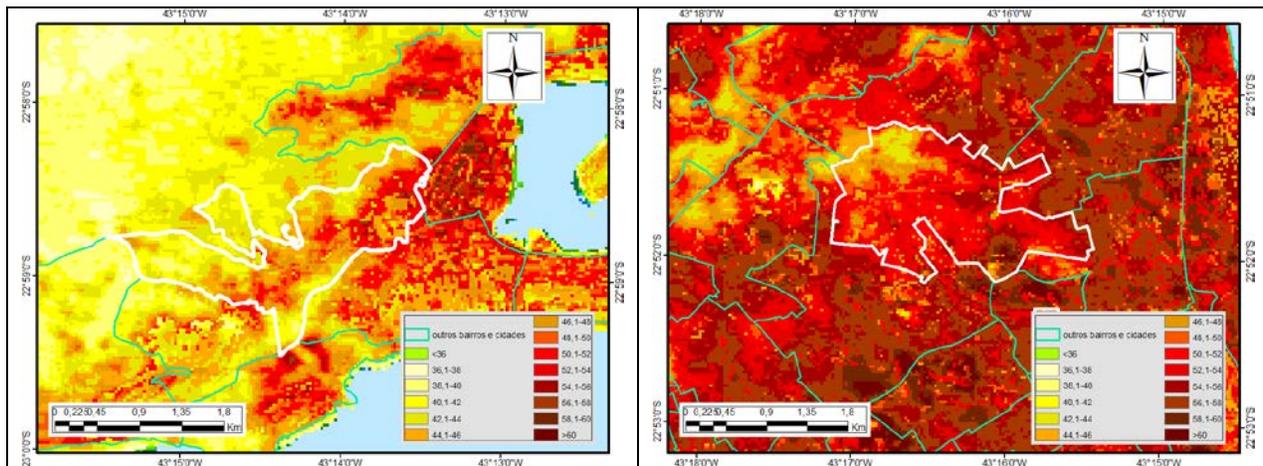


Fig. 6: TSC no bairro da Gávea (à esquerda, em linha branca) e do Complexo do Alemão (a direita, em linha branca) no período 1984-2010.

O mapa da TSC mostra áreas mais quentes em Costa Barros, com valores entre 48 e 58°C em tons de vermelho, enquanto no Leblon os valores oscilam entre 40 e 52°C, visualizado em tons amarelo-vermelho (Fig. 8). Os valores médios, quantificados na Tabela 2, confirmam Costa Barros com TSC mais alta, com diferença acima de 4°C para a TSC máxima e média. Costa Barros contrasta com o “mar de prédios” do Leblon. É um bairro residencial, com predomínio da ocupação horizontal, as habitações em favelas e o baixo espaço arborizado. Assim como no Complexo do Alemão, mas com um menor número de

domicílios situados em favelas, Costa Barros é um espaço altamente urbanizado com habitações compostas de material de alta absorção de energia e baixa dissipação de calor. O bairro simplifica a maioria dos bairros suburbanos da cidade do Rio de Janeiro, mesclando casas de um ou dois pavimentos e favelas espalhadas nas encostas dos morros, nas varzeas ou à beira de rios. Já o Leblon, que está entre os cinco bairros com o metro quadrado mais caro do Brasil, apresenta um padrão bastante semelhante a Gávea, definindo um perfil dos bairros mais elitizados da cidade do Rio de Janeiro. Diferentemente do observado entre os bairros da Gávea e do Complexo do Alemão, a densidade demográfica<sup>2</sup> é superior no Leblon, 213,8, contra 156,7 de Costa Barros, no entanto, os moradores do Leblon vivem em um espaço de menor stress térmico.

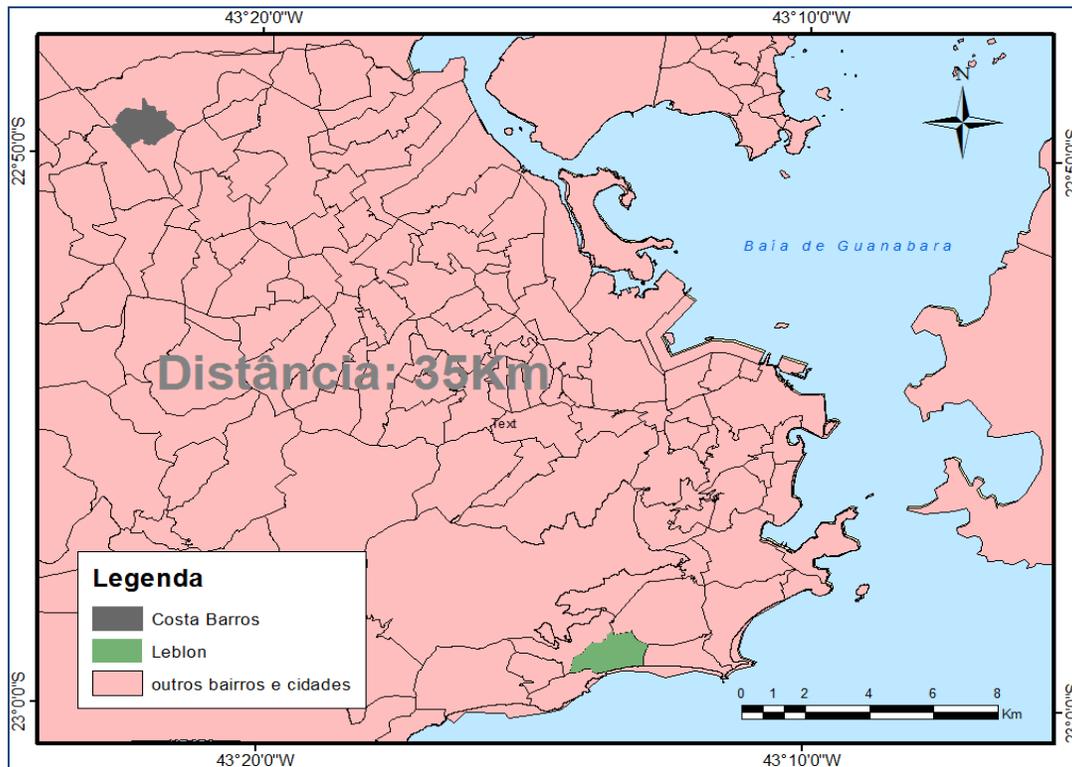


Fig. 7: Localização dos bairros do Leblon e Costa Barros na cidade do Rio de Janeiro.

<sup>2</sup> A população absoluta do Leblon é de 46.044 habitantes com uma área territorial de 215,31 ha; a população absoluta de Costa Barros é de 28.442 habitantes com uma área territorial de 181,48ha.

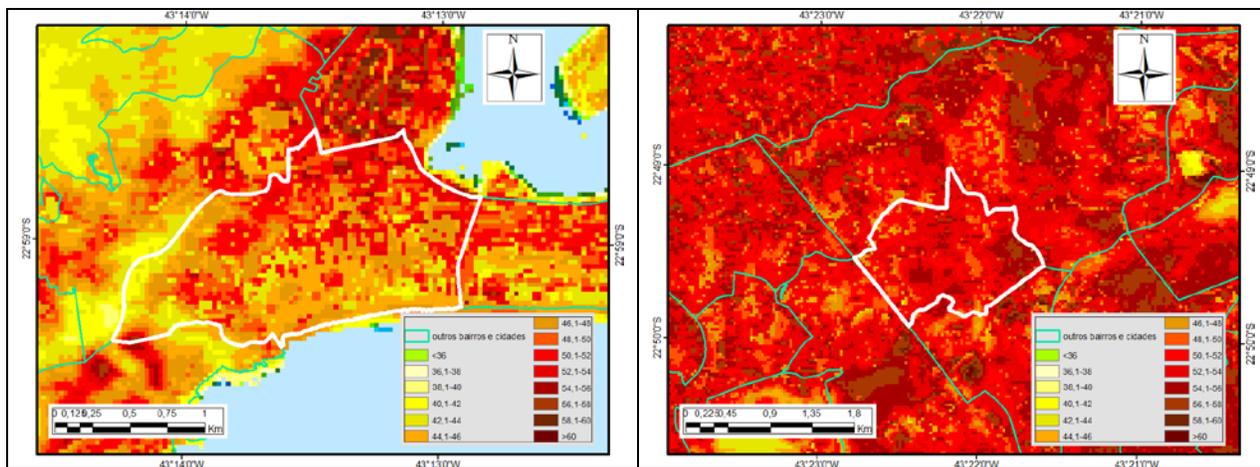


Fig. 8. TSC no bairro do Leblon (à esquerda, em linha branca) e de Costa Barros (a direita, em linha branca) do período 1984-2010.

Tabela 2: Valores médios da Temperatura da Superfície Continental (TSC) e IDH no Leblon e em Costa Barros.

Bairro	Localização	TSC oC			Desvio padrão (STD)	IDH	Ranking
		Mínima	Máxima	Média			
Leblon	Núcleo metropolitano	38,8	57,3	47,6	3,3	0,967	2
Costa Barros	Periferia	43,2	58,4	52,3	2,2	0,713	125

Finalmente, mas sem esgotar a discussão entre segregação e clima urbano na região metropolitana do Rio de Janeiro, optou-se por uma análise entre dois bairros com o mesmo IDH, que coincidentemente são próximos, como é o caso de Botafogo e Urca (Fig. 9), ambos localizados na zona sul do Rio de Janeiro, e situados em um mesmo espaço econômico-social, o núcleo metropolitano.

O bairro de Botafogo é um dos mais tradicionais da zona sul com ampla rede de serviços, um dos mais completos de toda a região metropolitana, predomínio da verticalização e com uma população de classe média alta. A Urca é um pequeno bairro, exclusivamente residencial, predominando pequenos prédios, geralmente de até 4 pavimentos, casas e uma classe média alta, bastante semelhante a vizinha Botafogo. O bairro da Urca é um dos mais cobiçados de toda cidade, por conta da sua tradição na “boa qualidade de vida”, que inclui tranquilidade, beleza natural (um dos cartões postais mais famosos) e status social.



Fig. 9: Localização dos bairros da Urca e de Botafogo na cidade do Rio de Janeiro.

Na comparação da TSC entre os dois bairros, selecionou-se uma área específica: uma favela em Botafogo, a favela Santa Marta, e os dois primeiros quarteirões da praia da Urca (Fig. 10). O mapa da TSC nos dois bairros é exposto na Figura 11, mas as médias da Tabela 3 são restritas às áreas específicas. A favela Santa Marta apresentou as maiores médias, e em todas as variáveis (máxima, média e mínima), diferentemente da orla da Urca. Ainda que os dois bairros estejam na zona sul, a área mais nobre da região metropolitana, coabtem o mesmo espaço social-econômico e se igualem com o mesmo IDH, há áreas distintas no seio dos bairros, principalmente quando se identifica espaços de favelas, historicamente redutos das baixas condições de qualidade de vida com altos índices de miséria, serviços incipientes de educação, saúde e cultura e muitas habitações insalubres. Trata-se de uma singularidade das áreas nobres da cidade do Rio de Janeiro: favelas contíguas a habitações de classe média alta e luxuosa. A Urca é um dos poucos bairros com ausência deste contraste, mas ainda assim conta com uma vila de funcionários que atualmente é alçada ao status de favela. Soma-se, ainda, que a densidade demográfica<sup>3</sup> do bairro da Urca é uma das mais baixas da cidade, 30,4, o que reforça a sua atração (um bairro menos “congestionado”).

<sup>3</sup> A população absoluta da Urca atinge 7061 habitantes em uma área territorial de 231,90 ha; Botafogo conta com uma população absoluta de 82890 habitantes em uma área territorial 479,90 ha e densidade demográfica de 172,7.



Fig. 10. Favela Santa Marta, em Botafogo (à esquerda) e bairro da Urca (à direita).

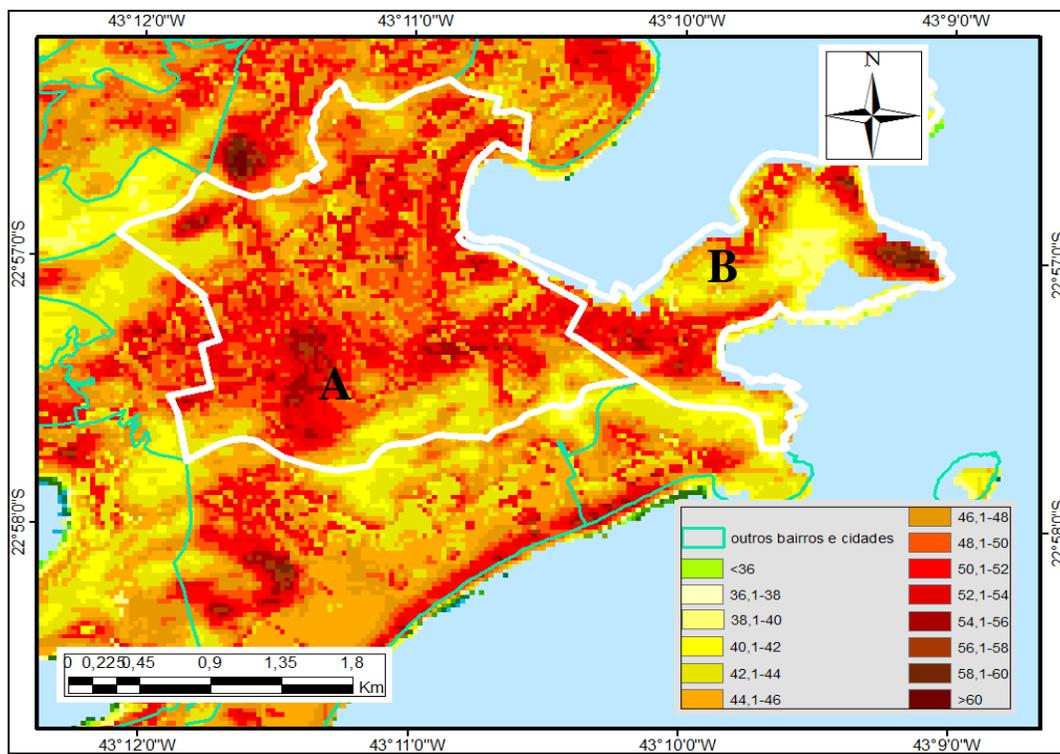


Fig. 11. TSC no bairro de Botafogo (A) e da Urca (B) no período 1984-2010.

Tabela 3: Valores médios da Temperatura da Superfície Continental (TSC) e IDH em Botafogo e na Urca.

Bairro	Localização	TSC oC			Desvio padrão (STD)	IDH	Ranking
		Mínima	Máxima	Média			
Favela Santa Marta	Núcleo metropolitano	43,5	52,9	47,2	2	0,952	13
praia da Urca	Núcleo metropolitano	41,5	50,2	45,6	1,6	0,952	13

## 5. Considerações finais

Este trabalho contribui acerca da discussão entre meio ambiente e segregação espacial sob a ótica da climatologia urbana. Não se encerra a discussão, mas introduz o tema que requer aperfeiçoamento no uso dos dados e da técnica, edificando uma metodologia mais enriquecedora. Por sua natureza epistemológica, a Geografia oferece uma proposta integradora no tratamento do tema, que compõe e combina conteúdo das ciências sociais e naturais.

Foi realizado um diagnóstico da temperatura na região metropolitana do Rio de Janeiro com fins de diagnosticar a ilha de calor urbana e sua repercussão no agravamento da segregação espacial. O núcleo mais quente da ilha de calor não se materializou numa localidade única da RMRJ ou somente na área central de negócios, situação recorrente nos países europeus e norte-americanos, que define a “ilha de calor clássica”. Diferentemente, a RMRJ tem sua ilha de calor de natureza “polinucleada”, isto é, com vários núcleos de calor distribuídos no espaço metropolitano, configurando uma “ilha de calor metropolitana”. Estes núcleos estão concentrados nas grandes vias rodoviárias, em áreas obsoletas ou degradados da zona portuária e do subúrbio, que ocupam grandes galpões ou terrenos de antigas indústrias e fábricas, na periferia e nas favelas. Por outro lado, as áreas mais amenas, nomeadas como “ilhas de frescor”, localizaram-se nas proximidades dos maciços costeiros com floresta, no entorno das lagoas litorâneas e nos parques urbanos.

A espacialização verificada comprova que a situação social e a renda também definem os espaços de maior conforto e desconforto térmico urbano estabelecendo outro tipo de segregação espacial, a “segregação socioambiental”. Assim, os espaços de maior conforto, que predomina a ilha de frescor, estão localizados nas áreas de melhor infraestrutura urbana, com material de construção mais sustentável e na proximidade das amenidades do “verde” (parques e florestas) e do “azul” (o mar e a lagoa). Os espaços com maior desconforto, com maiores focos da ilha de calor, estão situados nas áreas com infraestrutura urbana precária, de material urbano de pior qualidade e ausentes ou distantes das amenidades da natureza, constituindo espaços insalubres, mais comuns nos bairros de periferia e nas favelas.

Com os grandes investimentos em obras de diversas naturezas por qual atravessa a RMRJ, espera-se que as condições de infraestrutura urbana e as condições ambientais se tornem mais justas, proporcionando situações de melhor conforto térmico para toda metrópole, mas principalmente nos espaços mais segregados, socialmente ou ambientalmente, diluindo a segregação socioambiental.

## 6. Referências bibliográficas

CHANDER, G., MARKHAN, B., L., HELDER, D. L. (2009) Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113, 893–903;

CORRÊA, R.L. (2013). Segregação residencial: classes sociais e espaço urbano. In Vasconcelos, P.A.; Corrêa, R.L.; Silvana, M.P. (Eds.) *A cidade contemporânea: segregação espacial* (pp. 39-59). São Paulo: Contexto;

EKLUNDH, L. R. (1995) Noise estimation in NOAA AVHRR maximum-value composite NDVI images, *International Journal of Remote Sensing*, 16 (15), 2955–2962;

FRANÇA, G. B., CRACKNELL, A. P. (1995) A simple cloud masking approach using NOAA AVHRR daytime data for tropical areas. *International Journal of Remote Sensing*, 16, 1697–1705;

GALLO, K. P., TARPLEY, J. D., MCNAB, A. L. et al. (1995) Assessment of urban heat islands: a satellite perspective, *Atmospheric Research*, 37(2), 37-43;

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico de 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acessado em 30 de dezembro de 2014;

Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP). Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro. Armazém dos Dados. Disponível em: <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>. Acessado em 30 de dezembro de 2014;

LOUGEAY, R., BRAZEL, A., HUBBLE, M. (1996) Monitoring intra-urban temperature patterns and associated land cover in Phoenix, Arizona using Landsat thermal data, *Geocarto International*, 11, 79– 89;

LUCENA, A.J. (2012) *A ilha de calor na região metropolitana do Rio de Janeiro*. Dissertação de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro;

LUCENA, A.J., ROTUNNO FILHO, O. C., PERES, L.F., FRANÇA, J.R.A. (2013) Algorithms implementation for land surface temperature estimation based on Landsat data as an indicator of urban heat island. In *Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE)*. São Paulo/SP, Brasil. IEEE. 262-266;

NORMAN, J.M., KUSTASB, W.P., HUMES, K.S. (1995) Source approach for estimating soil and vegetation energy fluxes in observations of directional radiometric surface temperature, *Agricultural and Forest Meteorology*, 77 (3-4), 263–293;

OKE, T.R. (1987) *Boundary Layer climate*. 2 ed. Methuen, London;

QIN, Z., KAMIELI, A., BERLINER, P. (2001) A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. *International Journal of Remote Sensing*, 22, 3719–3746;

RIZWAN, A. M., DENNIS, Y.C., LEUNG, L. C., et al. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island, *Journal of Environmental Sciences*, 20 (2), 120–128;

SOUZA, J. D., SILVA, B. B. (2005) Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM: Landsat 5. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23, 349-358;

SOUZA, M.L. (2013). *ABC do desenvolvimento urbano*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil;

VAN DE GRIEND, A. A., OWE, M. (1993) On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. *International Journal of Remote Sensing*, 14, 1119–1131;

VASCONCELOS, P.A. (2013). Contribuição para o debate sobre processos e formas socioespaciais nas cidades. In Vasconcelos, P.A.; Corrêa, R.L.; Silvana, M.P. (Eds.) *A cidade contemporânea: segregação espacial* (pp. 17-37). São Paulo: Contexto;

VASCONCELOS, P.A.; CORRÊA, R.L.; SILVANA, M.P. (Eds.) (2013). *A cidade contemporânea: segregação espacial*. São Paulo: Contexto;

VOOGT, J. A., OKE, T. R. (2003) Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86: 370–384.