

CONSIDERAÇÕES FINAIS

À geografia compete uma análise integrada da sociedade e da natureza, tendo a paisagem enquanto totalidade, mediadora e produto dessa relação (sociedade/natureza). Esse foi o escopo do presente trabalho, que buscou compreender o ambiente climático urbano como espaço integrado, entre o homem, no tocante à suas construções e atividades, e a natureza, sobretudo procurando compreender sua história, seu processo, sua dinamicidade, e não apenas a sua realidade atual.

Com base nos dados e nas análises aqui realizadas, pôde-se constatar que as temperaturas superficiais terrestres apresentam certo padrão de variação espacial e, sobretudo, temporal, conforme as diferentes coberturas do solo. Enquanto as temperaturas mais elevadas ocorrem em maior proporção sobre as áreas urbanizadas, as temperaturas mais brandas são mais registradas nas áreas revestidas por cobertura vegetal e corpos hídricos.

Na variação temporal, as áreas urbanizadas apresentam maior variação positiva da participação de valores elevados de TST, concomitante à diminuição da presença de valores baixos. Isso demonstra o quanto essas áreas são as mais afetadas pela intensificação do fenômeno de ilhas de calor. Ao mesmo tempo em que se constata o papel significativo das áreas verdes e corpos d'água como elementos eficazes na atenuação desse problema.

Em relação ao crescimento da mancha urbana de Goiânia, constatou-se, claramente, não só as influências do sítio (o meio fisiográfico), que define tanto barreiras geográficas quanto áreas preferenciais para a expansão urbana (como os terrenos planos), mas também o papel das políticas públicas e privadas, que atuam no sentido de direcionar o processo de ocupação, muitas vezes contrariando a própria lógica estabelecida pelo sítio.

E, contrariamente ao discurso oficial – e, porque não, mercadológico – que é propagandeado a respeito de Goiânia, a cidade está longe de ser um exemplo de espaço “ecológico”. Os dados retratados demonstram, de forma inequívoca, como a cobertura vegetal do município vem se retraindo ano após ano. E não há registro, na atualidade, de que essa tendência vá se reverter.

Os desmatamentos ocorrem não apenas na zona rural, mas, o que é mais grave, também nas áreas urbanizadas, onde comerciantes tendem a enxergar as árvores como empecilhos à visão de suas fachadas (que, em boa parte dos casos, mereciam realmente ficar escondidas). E mesmo moradores de áreas residenciais muitas vezes optam por extirpar árvores frondosas de seus terrenos ou calçadas pelo simples fato de que elas deixam cair suas folhas em certas épocas do ano (ou seja, para evitar o “trabalho” de realizar a limpeza desses espaços).

E o que dizer, então, da ação de agentes públicos, como as concessionárias de energia elétrica e telefonia, que veem as árvores como elementos estranhos à paisagem que lhes interessa: o emaranhado de fios expostos, pelos quais as copas das árvores são sacrificadas, em podas realizadas sem a menor preocupação com a manutenção das espécies – o que redundava, muitas vezes, em meros galhos expostos, totalmente extirpados da cobertura de folhas, cujas poucas sombras que restam são freneticamente disputadas pelos transeuntes.

Com relação aos cursos d’água que drenam a cidade, a situação não é, de fato, melhor. Quase a totalidade deles está poluída, pelo lançamento de esgotos domésticos e industriais, e ainda desprovida da vegetação lindeira, que poderia protegê-los da erosão e do assoreamento.

É preciso reconhecer que a Prefeitura Municipal de Goiânia vem, ao longo das décadas mais recentes, assumindo a instalação de parques urbanos como política oficial – ainda que boa parte deles não disponha, de fato, de um planejamento adequado para sua implantação ou manutenção posterior, e também estejam associados a relações duvidosas com os interesses de agentes imobiliários. Contudo, sua existência já é louvável, na medida em que associam os dois fatores que foram aqui elencados como os principais atenuadores da formação ou intensificação das ilhas de calor: vegetação e corpos d’água.

Diante do exposto, destaca-se a necessidade de uma atuação sistemática e planejada dos órgãos públicos, no sentido de garantir a arborização, a expansão e manutenção das áreas verdes, a preservação dos corpos hídricos e um eficiente emprego das políticas públicas voltadas ao planejamento urbano, inclusive no tocante a propostas arquitetônicas, urbanísticas e de engenharia que possam proporcionar a mitigação de problemas ambientais urbanos, tais como o fenômeno de ilhas de calor.

Nos últimos anos, ampliou-se a compreensão e conscientização de que o estado de desequilíbrio ambiental é resultado das formas inadequadas como a sociedade relaciona-se com o meio ambiente. Isso permitiu o apoio à realização de trabalhos na busca de soluções para os impactos ambientais provocados pela sociedade sobre os espaços ocupados.

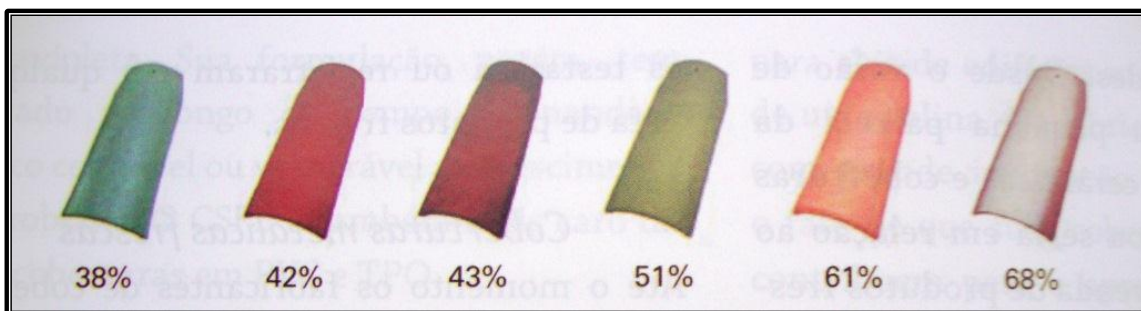
Nesse sentido, convém destacar que, além da identificação, do mapeamento, da análise e da compreensão do espaço geográfico, a Geografia (assim como outras áreas afins, como a Arquitetura, o Urbanismo e diversos ramos da Engenharia Civil) busca também a solução para os problemas derivados da ocupação e da transformação do meio natural pelas sociedades, inclusive na resolução dos problemas e dos impactos derivados de fenômenos como as ilhas de calor.

Por meio de pesquisas científicas e técnicas são elaboradas propostas e estratégias, cabendo ao poder público, no tocante ao planejamento urbano, a responsabilidade pelas decisões e ações a serem implementadas.

No caso específico das ilhas de calor, fenômeno este constatado em Goiânia-GO, neste trabalho, e ainda presente nos demais centros urbanos do Brasil, a engenheira mecânica Lisa Gartland, *PhD* pela *University of Washington*, em sua obra *Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas* (2009), apresenta algumas estratégias de engenharia e de planejamento urbano com vistas a reverter as tendências de aquecimento nas áreas urbanizadas, a saber: a utilização de coberturas frescas, o emprego de pavimentos frescos e a implantação de áreas verdes.

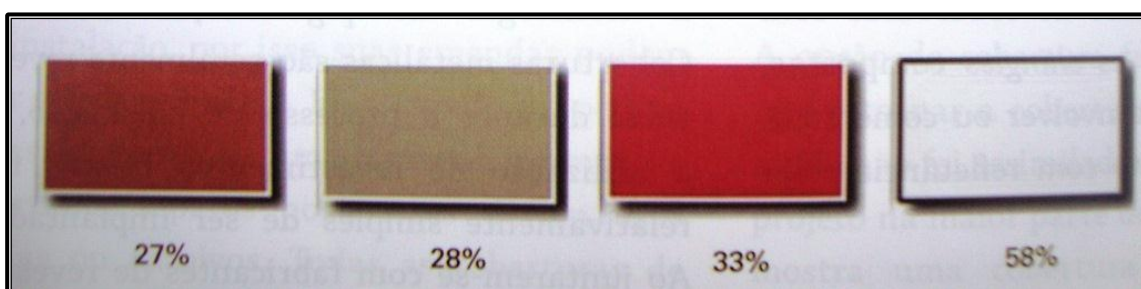
A primeira proposta se traduz na substituição dos materiais tipicamente empregados nas coberturas das construções antrópicas por materiais mais frescos¹⁵, os quais tendem a apresentar temperaturas bem inferiores às aquelas verificadas nos materiais mais comuns (ver Figura 52, telhas de cerâmica, e Figura 53, revestimentos metálicos). Os materiais mais frescos têm a característica de possuir alta refletância solar, que implica num desvio mais eficiente da radiação solar, e alta emissividade térmica, que auxilia na irradiação de maior proporção do calor armazenado (GARTLAND, 2009).

¹⁵ A autora lista uma série de exemplo de revestimentos para coberturas mais frescas.



Fonte: Gartland, 2009, p.86.

Figura 52: Telhas de cerâmica frescas e seus valores de refletância solar.



Fonte: Gartland, 2009, p.86.

Figura 53: Revestimentos metálicos frescos e seus valores de refletância solar.

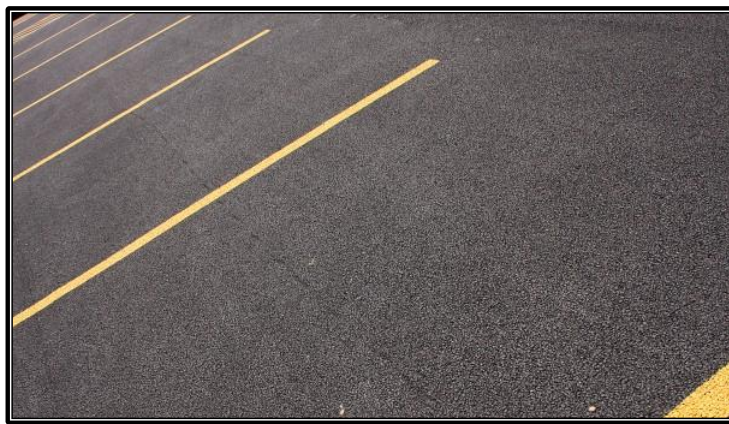
A segunda estratégia diz respeito ao resfriamento dos pavimentos tradicionalmente existentes no ambiente urbano (seja o concreto de cimento asfáltico, comumente chamado de asfalto, ou o concreto de cimento *Portland*, chamado de concreto), os quais tendem a ser mais quentes por serem impermeáveis e possuírem cor escura (e, por isso, apresentar refletância solar abaixo de 25%).

Segundo a autora, são duas as alternativas para resfriar tais pavimentos: a) mudar sua cor para mais clara, aumentando assim sua refletância; e/ou b) torná-los permeáveis, permitindo a drenagem da água através deles, o que, por conta de sua posterior evaporação, faz com que o calor dos pavimentos seja retirado pela água, em um processo similar à evaporação das plantas.

Considerando essas duas alternativas para o resfriamento dos pavimentos, a autora lista uma série de possibilidade de engenharia que podem ser empregadas no planejamento urbano, a saber:

- 1) Adição de pigmentos claros ou agregados (pedras na mistura do pavimento) de cores claras na mistura de asfalto; 2) Pavimento asfálticos com acabamento em diversas texturas – imitando tijolos ou pedras –, com a utilização de camadas coloridas para simular a aparência de outros materiais; 3) Preferência no revestimento por concreto (por ser mais claro e ter maiores valores de refletância),

considerando seu baixo custo mesmo em detrimento de seu menor ciclo de vida; 4) Aplicação de concreto sobre pavimento asfáltico – processo chamado *White-topping*, que diz respeito ao revestimento de piso asfáltico com concreto de cimento Portland; 5) Emprego de asfalto e concreto poroso [exemplificado na Figura 54], nos quais as menores partículas de areia e rocha não são incluídas nas misturas de concreto, criando espaço para a infiltração da água – tais tipos de pavimentos são bem utilizados em estradas e estacionamentos (SMITH, 1999; MAES, YOUNGS, 2002); 6) Pavimento revestido com blocos, podendo ser feitos de plástico, metal ou concreto, sendo fixados sobre uma armação aberta que é então preenchida com pedras ou terras, podendo-se, inclusive, plantar grama ou flores nessa terra.



Fonte: <http://www.imagens.usp.br/?attachment_id=776>

Figura 54: Asfalto poroso desenvolvido pela pesquisa da Escola Politécnica (Poli) da USP.
Foto: Marcos Santos.

Por último, Gartland (2009) destaca o papel das áreas verdes no arrefecimento da temperatura, seja por meio da produção de sombras, mantendo as superfícies mais frescas, seja devido ao gasto da energia solar na evapotranspiração, evitando que essa energia seja usada para aquecer a cidade.

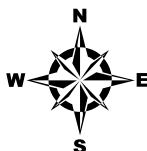
Ressalte-se que as áreas verdes podem ser ainda mais eficazes quando localizadas em posições estratégicas, como áreas de elevada urbanização ou em locais considerados como corredores de ventos, nos quais podem atuar em seu resfriamento.

Tais possibilidades devem ser consideradas pelos gestores das políticas e do planejamento urbano. Pois mitigar os efeitos das ilhas de calor significa, também, propiciar outros benefícios, como a economia de energia (por menor uso de aparelhos de refrigeração de ar), melhoria na qualidade do ar, na saúde e no conforto humano, além, obviamente, da melhoria estética da paisagem urbana.

Ao final deste trabalho, convém destacar que sua maior relevância talvez seja a de servir como apoio – teórico e, sobretudo, metodológico – a novos trabalhos que venham a trilhar esse caminho, de investigação do fenômeno de ilhas de calor e, principalmente, que optem pelo trabalho com dados obtidos por sensoriamento remoto no mapeamento do campo térmico superficial e pelo emprego de técnicas de geoprocessamento em sua análise. Com a ressalva de que, certamente, essa temática – sobretudo essa proposta metodológica – não está esgotada. São inúmeras as possibilidades futuras de complementação a esta pesquisa.

Como exemplo de proposição de trabalhos futuros complementares a este, cabe destacar a necessidade em se validar os dados oriundos de sensores remotos, seja pela comparação com registros de estações meteorológicas espalhadas por diversos pontos no momento do registro da imagem orbital; seja pelo emprego de outros dados orbitais, de maior confiabilidade, pelo fato de já apresentarem correção atmosférica, de emissividade e topográfica, ou ainda por apresentarem melhor resolução espacial.

Outra possibilidade de pesquisa futura remete à análise das melhores localizações para os parques ambientais urbanos na cidade. Considerando-se, para tanto, a direção e a dinâmica dos ventos atmosféricos frente a seu papel na melhoria da qualidade do ar e na mitigação do efeito das ilhas de calor.



Parte do caminho foi vencida.

Mas o horizonte ainda se abre pela frente. Resta, pois, caminhar.