



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ISLANE BARBOSA DA LUZ

**O Impacto das Ilhas de Calor na Escala Gregária de Brasília com
Ênfase nas Fachadas Espelhadas**

BRASÍLIA-DF
2018



ISLANE BARBOSA DA LUZ

**O Impacto das Ilhas de Calor na Escala Gregária de Brasília com Ênfase nas
Fachadas Espelhadas**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e
Pesquisa pela Faculdade de Tecnologia e
Ciências Sociais Aplicadas – FATECS

Orientação: Gustavo Alexandre Cardoso
Cantuária

BRASÍLIA-DF
2018

O Impacto das Ilhas de Calor na Escala Gregária de Brasília com Ênfase nas Fachadas Espelhadas

Islane Barbosa da Luz - UniCEUB, PIC Voluntário, aluno voluntário

islanebarbosa@live.com

Gustavo A. C. Cantuária – UniCEUB, professor orientador

gcantuarina@hotmail.com

Brasília completa 30 anos como cidade Patrimônio da Humanidade se preocupando com a sustentabilidade e o conforto ambiental no plano piloto. Focando na qualidade do espaço e no discurso sustentável, que segue crescendo. O projeto de pesquisa buscou analisar espaços públicos na escala gregária com o objetivo de sugerir diretrizes no âmbito do urbanismo sustentável, requalificação do espaço em áreas degradadas e em transformações arquitetônicas com tipologias insustentáveis. Buscou também examinar o desempenho das estruturas espaciais urbanas, relacionando suas características físicas, como, superfícies verticais e horizontais, a morfologia dos cânions urbanos e seus reflexos na formação de ilhas de calor. O adensamento construtivo nos setores comerciais e hoteleiros, com o uso intensivo e exagerado de vidros espelhados e reflexivos nas fachadas, tem causado impacto negativo no espaço urbano destes setores. Esquecendo a arquitetura vanguardista modernista brasileira, projetada em Brasília de forma competente desde o seu nascimento e, também atraída pelas caixas de vidro exageradamente espalhadas e repetidas no hemisfério norte, a capital tem se inspirado em formas arquitetônicas que se chocam com o clima predominantemente seco da cidade. Elementos comumente encontrados na nossa arquitetura moderna como plantas livres, ventilação cruzada, varandas, beirais, cobogós, brises e outros elementos sombreadores, estão sendo ignorados em troca da atração pelo uso de vidros como revestimento externo, tornando-se um cenário propício para incentivar o surgimento das ilhas de calor e contribuindo negativamente aos microclimas próximos a essas morfologias urbanas e arquitetônicas. O fenômeno da ilha de calor acaba se tornando um vilão na busca pelo conforto ambiental. Esse projeto, com foco na escala gregária, teve como objetivo principal analisar esse impacto das ilhas de calor no cenário urbano atual. A área dos Setores Hoteleiro e Comercial, nas Asa Sul e Asa Norte, tem apresentado cada vez mais uma arquitetura que utiliza excessivamente os vidros e espelhos em suas fachadas, levando a uma configuração arquitetônica que aumenta o poder reflexivo das superfícies das edificações em comparação a sua capacidade de absorver, modificar ou diminuir a radiação solar. A pesquisa visou questionar e analisar as consequências dessa nova linguagem arquitetônica, do surgimento de diferentes características de ilhas de calor, do surgimento de cânions urbanos, o reflexo nos microclimas e conseqüentemente a salubridade dos espaços e a qualidade do

conforto ambiental dos seus usuários, comparando como os trechos dos setores gregários com os novos cânions urbanos formados por edificações com envelopes envidraçados estão sendo afetadas pelo efeito das ilhas de calor e interferindo no microclima e no conforto ambiental local. A pesquisa incluiu fotos tiradas com câmera termográfica que serviram para ilustrar os pontos mais críticos dos efeitos do aquecimento, resultado dos estilos arquitetônicos adotados, pela falta de vegetação nos setores e fatores que ajudam a diminuir a umidade local, mostrando que, por conta desses fatores, podem ser notadas diferenças grandes na temperatura das superfícies, podendo chegar a 5°C, 8°C ou mais graus, variando de acordo com o urbanismo e a arquitetura local e influenciando o microclima, podendo causar desconforto aos pedestres.

Palavras-chave:

Ilhas de calor. Arquitetura. Fachadas envidraçadas. Brasília. Radiação solar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 O que são e o que influencia a formação das ilhas de calor	8
2.2 Cidades com altos índices de ilhas de calor	15
2.2.1 Nova Iorque	15
2.2.2 São Paulo	16
2.2.3 Rio de Janeiro.....	17
2.3 O material: vidro	19
2.4 Principais tipos de vidro	22
2.4.1 Vidro plano.....	22
2.4.2 Vidro simples	22
2.4.3 Vidro fumê e películas	23
2.4.4 Vidro reflexivo e películas	23
2.4.5 Vidro colorido.....	23
2.4.6 Vidro de segurança.....	23
2.4.7 Vidros especiais.....	25
2.4.8 Vidro de baixa emissividade (low-e)	25
2.4.9 Vidro com baixa reflexão	25
2.4.10 Vidro autolimpantes: bioclean.....	26
3. METODOLOGIA	27
4. ESTUDOS DE CASO E RESULTADOS	29
5. CONCLUSÕES	53
6. REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

O primeiro registro de calor urbano foi em 1818, onde Luke Howard realizou um estudo sobre o clima de Londres, esse estudo constatou que a cidade tinha um excesso de calor em comparação com o campo. Após esse período, houveram descobertas parecidas em outras cidades, como Paris, Viena e Estados Unidos.

As diferenças de temperaturas não eram totalmente compreendidas até que satélites, no século XX, mostraram imagens gerais da superfície terrestre em que podem ser visualizados pontos de calor bastante expressivos nas áreas urbanas. Esse fenômeno foi chamado de ilhas de calor.

Ilhas de calor é um fenômeno climático onde ocorre o aumento da temperatura nas cidades causado pelo grande número de construções e pouca vegetação, sendo facilitada por materiais mais reflexivos e com maior absorção. Em geral, boa parte do calor é acumulado durante o dia e dissipado durante a noite, causando um maior índice de ilhas de calor nesse horário e sendo facilitado pelos cânions urbanos, que ocorrem quando há várias edificações muito perto umas das outras impedindo que as ondas de calor sejam dissipadas.

Cidades com grandes concentrações de concreto em suas ruas, avenidas e em construções, sendo prédios, casas e outros, são as que apresentam maior concentração de calor, elevando a temperatura do local em relação às outras áreas com maior índice de áreas verdes. Materiais mais escuros também contribuem para a formação do fenômeno. Isso ocorre, pois, muitos materiais de construções comuns absorvem e retêm mais calor, sendo em sua maior parte impermeáveis, onde a chuva passa e vai embora, não conseguindo dissipar o calor pela evaporação, isso faz também com que a umidade do ar diminua.

Além do desconforto, as ilhas de calor contribuem para o aumento de problemas de saúde e da poluição atmosférica. Esses efeitos são agravados conforme o tempo passa, por isso é necessário tomar medidas para evitar o excesso das ilhas de calor. Há diversos estudos com soluções para diminuir o fenômeno e os efeitos causados, porém, são modelos teóricos e, geralmente, para lugares específicos onde foram realizados estudos climáticos; além disso, esses estudos são pouco divulgados e pouco praticados.

As alterações no meio ambiente causadas pela urbanização, juntamente com o fluxo de energia dos materiais utilizados para as construções, formam o domo urbano, que é a circulação de ar típica rodeada por um entorno mais frio. O ar aquecido sobe e as correntes geradas ajudam na retenção da poluição, reduzindo a insolação e prejudicando a reirradiação para o espaço. As cidades ganham energia térmica, produzindo diferentes campos de pressão, provocando uma ventilação própria, podendo alterar o movimento do ar.

Em locais com os índices de temperatura mais elevados por conta das ilhas de calor, normalmente os centros urbanos, é possível notar uma grande diferença de temperatura em relação às áreas rurais ou áreas mais afastadas do centro. Cada cidade tem suas características e por isso a intensidade e o momento da ocorrência das ilhas de calor podem variar.

O fenômeno pode ser agravado por diversos motivos. Nessa pesquisa o foco foi a utilização do vidro nas fachadas, onde, principalmente os mais reflexivos, podem ser um dos contribuintes para o aumento das ilhas de calor e também do consumo de energia, sendo necessário, para que se consiga criar climas mais agradáveis aos ambientes internos, o uso de ar-condicionado, gerando um desperdício maior de dinheiro e um desconforto térmico da população que tem que conviver ou passar pelo local com edificações que têm fachadas envidraçadas.

Há alguns anos entrou na pauta de discussões da sociedade o desenvolvimento sustentável, onde além de se desenvolver e atender as necessidades do presente, deveria ser pensado também no futuro, protegendo o planeta para as novas gerações. E na arquitetura não é diferente. Nos anos 90 surgiu o termo arquitetura sustentável, onde foi reconhecido que há na construção uma das principais fontes de degradação do meio ambiente e também um potencial para renovação de recursos.

A arquitetura contemporânea, com estilos pós-modernos, construtivistas, desconstrutivistas e tecnológicos, mostra preocupação com a melhoria na qualidade das edificações, considerando aspectos da eficiência energética e do conforto ambiental.

Desde os tempos antigos as pessoas vêm pensando em maneiras de melhorar o microclima local e conforto térmico, o conhecimento sobre novas técnicas e

materiais trouxe muitas mudanças à arquitetura, onde novos conceitos foram sendo adotados e, apesar das novas ideias, materiais e do avanço no estudo do conforto ambiental, muitos arquitetos tornaram a arquitetura funcionalista em uma busca por vãos maiores ou apenas pela beleza das fachadas.

Mies van der Rohe trouxe a arquitetura cortinas de vidro que se tornou um ícone aos edifícios de escritórios, um símbolo de poder, trazendo grandes estruturas de aço e concreto com fachadas de vidro e sistemas de ar condicionado para climatizar o ambiente, ele acreditava que os vidros representavam a era da industrialização que a sociedade estava passando. Mies é conhecido como pioneiro dos arranha-céus edificadas em aço e vidro, ele foi influenciador de muitos arquitetos por vários países, porém, cada local tem características climáticas e culturais diferentes e isso foi por muitas vezes ignorado na hora de projetar utilizando fachadas envidraçadas.

E, apesar de poder influenciar negativamente o microclima externo próximo às edificações, o uso do vidro como envoltório está indo muito além de fatores estéticos. Dependendo do vidro utilizado, a edificação pode garantir selos verdes, como prédios sustentáveis, pois geram um impacto direto no consumo energético.

O estudo das ilhas de calor é importante tanto para a saúde quanto para a qualidade de vida dos moradores da cidade. Um estudo realizado em Nova Iorque associou o calor extremo ao aumento de mortalidade da população mais idosa. O fenômeno pode agravar alguns tipos de doenças e, além de uma questão de saúde, também é considerada uma questão social. As ilhas de calor atingem principalmente a população mais carente, tendo em vista que a população que tem melhores condições financeiras, consegue mais facilmente ter acesso a serviços de saúde, equipamentos para resfriamento artificial, além de conseguirem manter uma área verde maior, sentindo menos os efeitos nocivos das ilhas de calor.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O QUE SÃO E O QUE INFLUENCIA A FORMAÇÃO DAS ILHAS DE CALOR

As ilhas de calor são geralmente mais quentes após o pôr do sol e mais frescas ao amanhecer, chegando a até 6°C de diferença entre a zona rural e urbana, essa diferença é chamada de força ou intensidade da ilha de calor. Quanto mais claro e limpo o dia, maior será a diferença e a sensação térmica. A umidade do ar absorve parte dos raios infravermelhos, reduzindo a temperatura.

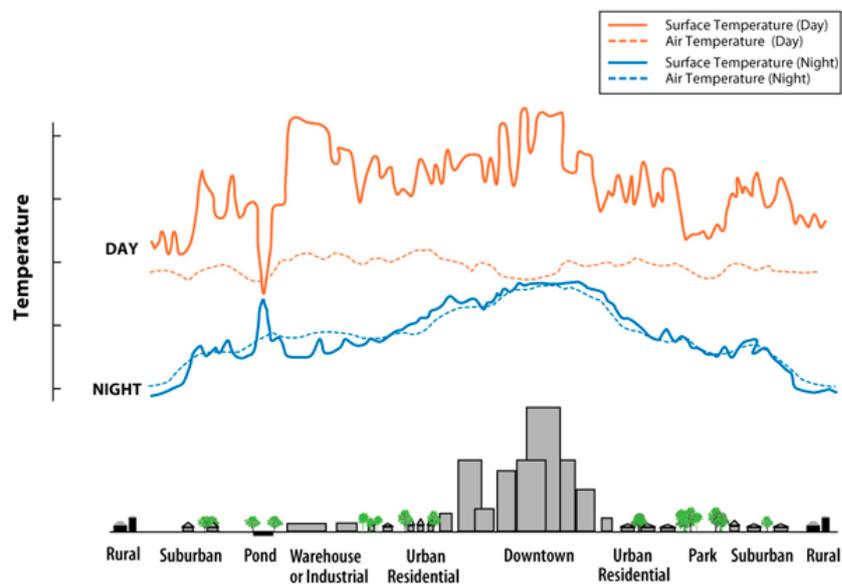


Imagem 1.1: Perfil de Ocorrência de uma Ilha de Calor. Fonte: EPA, 2011.

Para analisar as ilhas de calor é preciso analisar primeiramente o clima, que é influenciado por vários fatores, como a temperatura do ar, umidade, ventos, precipitações e a radiação solar. Depois é feita a análise do microclima, que é influenciado por fatores locais como a topografia, a vegetação e a superfície do solo natural ou construído.

Um local com solo natural tem tipos de materiais que alteram a condutibilidade de energia. Um solo com alta condutibilidade, como neve ou areia, absorve e armazena calor rapidamente, assim como libera o calor mais rápido. Superfícies com baixa condutibilidade, como mar, vales e solos úmidos, geralmente auxiliam para equilibrar os contrastes gerados pela alteração do clima. Quanto mais úmido o solo, menos condutibilidade haverá no local e mais confortável será o microclima. Solos construídos ou modificados drenam menos água, se tornando assim um solo com maior condutibilidade, armazenando maior quantidade de calor durante o dia e

liberando durante a noite. Conseqüentemente, a movimentação do ar também é alterada. Além disso, há uma maior emissão de poluentes que alteram a precipitação e modificam a transparência da atmosfera, sendo que quanto mais transparente maior é a quantidade de radiação recebida pela terra.

A velocidade dos ventos também é alterada de acordo com a rugosidade, o relevo ou a quantidade de componentes existentes no local. Em um campo aberto, sua velocidade será maior pois não existe nenhum tipo de barreira no local. O vento segue a lei da inércia, onde permanece na mesma direção até ser desviado por algum obstáculo, fazendo com que sua velocidade seja reduzida e sua rota seja alterada. Quanto maior a quantidade de edificações menor será a velocidade do vento, além de sua rota ser alterada para desviar das construções. Por outro lado, em um campo aberto o vento não sofre tantas modificações.

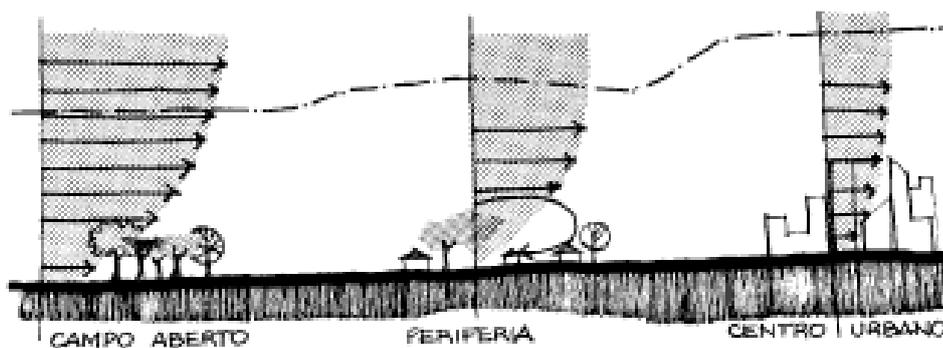


Imagem 1.2: Movimento do vento de acordo com o local. Fonte: Adaptado de Izard/Guyot (1980:29). Fonte: Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano - Marta Romero

QUADRO 2.1 CARACTERÍSTICAS URBANAS E SUBURBANAS IMPORTANTES PARA A FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR E SEUS EFEITOS NO BALANÇO DE ENERGIA SOBRE A SUPERFÍCIE TERRESTRE.

Características que contribuem para a formação de ilhas de calor	Efeitos sobre o balanço de energia
Falta de vegetação	Reduz evaporação
Utilização difundida de superfícies impermeáveis	Reduz evaporação
Maior difusividade térmica dos materiais urbanos	Aumenta o armazenamento de calor
Baixa refletância solar dos materiais urbanos	Aumenta saldo de radiação
Geometrias urbanas que aprisionam o calor	Aumenta saldo de radiação
Geometrias urbanas que diminuem as velocidades dos ventos	Reduz convecção
Aumento dos níveis de poluição	Aumenta saldo de radiação
Aumento da utilização de energia	Aumenta o calor antropogênico

Imagem 1.3: Características da formação das ilhas de calor. Fonte: Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas – Lisa Gartland.

As características estéticas de um edifício são definidas pelo seu entorno e os materiais utilizados influenciam tanto os ambientes internos quanto os externos. Como

toda superfície tem a propriedade de refletir, absorver ou transmitir a radiação solar, é importante levar em consideração as condicionantes do local na hora da escolha do material, da cor, da textura e geometria da edificação, para trazer conforto ao ambiente de uma forma geral, pois todos esses fatores influenciarão na radiação solar, além da forma e orientação da edificação. O edifício atua como um sistema que mantém complexas relações energéticas com seu entorno. O equilíbrio produzido entre os ganhos e as perdas de energia do edifício, com relação à capacidade acumuladora, será o que determina o conforto térmico interno e externo.

O conforto ambiental é um conjunto de condições que procuram garantir o bem-estar térmico, olfativo, visual, acústico e a qualidade do ar, sendo consideradas as temperaturas do ar, da umidade relativa, velocidade do vento, entre outras. Um bom projeto de arquitetura deve atender as necessidades de conforto do usuário e eficiência energética.

A radiação solar é a principal fonte de energia do planeta, sendo de calor ou de luz. A mudança na temperatura da superfície da terra varia de acordo com o fluxo das grandes massas de ar. Quando a velocidade do ar é alta, as características do local influenciam pouco na temperatura. A forma a radiação é recebida em diferentes locais da terra geram alterações na temperatura e pode ser influenciada pelo tipo de solo, vegetação, topografia e altitude do local. A umidade do ar é a variável climática que sofre menos alterações durante o dia. Quando a temperatura está baixa a umidade aumenta e quando a temperatura está alta ela diminui. O aumento da umidade também diminui a transmissão da radiação solar e reflete uma parte da radiação de volta para o espaço. Brasília é uma cidade tipicamente seca e, por conta da baixa umidade, possui temperaturas mais elevadas.

A sensação térmica é intensificada ou reduzida pelos materiais utilizados, pela quantidade de vegetação existente, pela velocidade e quantidade de ventos no dia. Os ventos são diretamente influenciados pela quantidade de edifícios no local, pois esses edifícios agem como barreira. Por conta do tipo e pela quantidade dos materiais utilizados nas áreas urbanas há um acúmulo bem maior de energia e, na parte da noite os efeitos das ilhas de calor costumam ser mais intensa. Em função da liberação de calor desses materiais, que ocorre em maior parte no período noturno, o ar também demora mais tempo para ser resfriado. O resfriamento do microclima ocorre por meio de sombras geradas por prédios ou pelas vegetações.

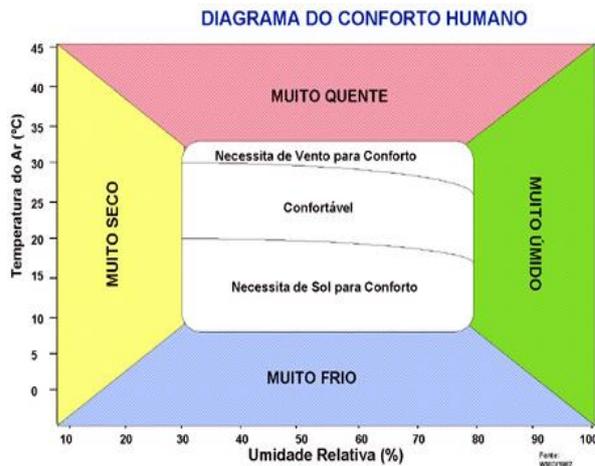


Imagem 1.4: Diagrama do conforto humano. fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortoTermicoHumano>

O vidro é um material com índice de condutividade térmica de 0,74 (w/m k), de capacidade calorífica de 1,66 (J/m³/K x 106) e sua difusividade térmica de 0,46 (m²/s x 106) (Gartland, 2008). Esses índices são maiores que de outros materiais como a madeira densa, tábuas de gesso e concreto aerado, porém são índices moderados. Materiais com maior condutividade térmica conduzem mais calor para o interior, já os com maior capacidade calorífica armazenam mais calor, diferentemente dos materiais com maior difusividade térmica que levam o calor até às camadas mais profundas do material e as temperaturas se mantêm em uma constância, o que não ocorre com índices menores. Materiais utilizados em áreas urbanas costumam reter mais energia do que os utilizados em áreas rurais, tornando as áreas termicamente mais quentes.

A maioria dos materiais tradicionais como, por exemplo, a telha de fibrocimento, utilizada nas coberturas, apresentam valores de refletância solar entre 5 e 25%. Os frescos e brancos têm valores entre 70 e 85%. Os valores obtidos para a maioria dos materiais de cobertura não metálicos variam entre 80 e 95% e materiais metálicos variam entre 20 e 60% (Berdahl e Bretz, 1997). Os tipos de materiais sólidos e de cor escura, contribuem para maior absorção e retenção do calor. Materiais com elevada condutividade térmica armazenam mais calor e por consequência liberam mais calor.

Os materiais isolantes armazenam mais calor durante o dia e liberam lentamente durante a noite, os que tendem a esquentar muito com o sol criam problemas para o edifício. As telhas mais utilizadas, de fibrocimento ou cerâmicas, sem sombreamento, podem aquecer até 90°C e os pavimentos 70°C (Gartland, 2008). Com temperaturas mais elevadas, o conforto interno das edificações é reduzido,

gerando maior gasto de energia, água e desgaste maior do sistema de refrigeração artificial.

Esses fatores também contribuem para a geração de cânions urbanos, pois a quantidade de edifícios dificulta a saída da energia acumulada pelos materiais utilizados no local, principalmente nos fins de tarde e durante a noite, onde há maior dissipação de energia. Edifícios que contêm paredes brancas refletem a radiação para os edifícios próximos, assim como as edificações com coberturas planas, pois essas têm superfícies mais exposta às radiações solares.

A temperatura do ar em um cânion urbano é influenciada pelo processo de circulação do ar e principalmente pela temperatura das fachadas. Próximo as fachadas se forma uma camada de ar onde a temperatura do microclima depende da temperatura das fachadas. Fachadas com temperaturas mais baixas diminuem a temperatura do ar, pois a intensidade do calor de convecção é menor. Quanto mais obstáculos houverem nas malhas urbanas e quanto maior for a ocupação do solo, maior é a captação e difusão da radiação solar e menor é a ventilação no local. A porosidade permite maior ventilação e por consequência maiores trocas térmicas.

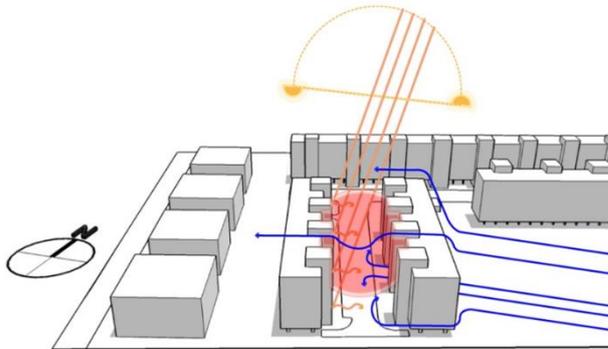


Imagem 1.5: Cânion urbano. Fonte: Romero (2011, p. 68)

Estudos sobre cânions urbanos (Romero, 2010) foram feitos para analisar os efeitos das construções em um local com clima urbano e como esse clima afeta a utilização da energia nas edificações. Foi descoberto que a utilização de paredes cobertas por vegetação ajudava na redução da temperatura do ar em até 8°C.

Um espaço recebe os raios solares refletidos pelas superfícies existentes como o solo, edificações próximas e outros elementos que possam estar no local, por exemplo, os veículos. Além das radiações solares diretas, difundidas pela atmosfera, o espaço é influenciado também pelo microclima formado. Regiões quentes e secas tem grandes incidências de radiação solar refletida. Com a existência de vegetação a

radiação é absorvida e ajuda na umidificação do ar. Quanto mais próximos os edifícios estão, maior é a retenção de radiação, sendo a radiação solar direta reduzida por sombreamento e a radiação difusa aumentada devido às inter-reflexões entre edifícios. Regiões com essas características acumulam mais calor, devido a propriedade térmica dos materiais e, por isso, precisam de maior ventilação.

Fachadas de vidro oferecem pouca proteção contra a radiação, o índice fica em torno de 12%. Vidros que interceptam o calor permitem que seja utilizado um painel de vidro maior com um ganho calorífico menor se comparado a vidros comuns. Um vidro laminado que retém o calor intercepta mais de 40% da energia radiante, podendo ser uma perda expressiva do refrescamento passivo no verão, porém, no inverno há também uma perda do aquecimento passivo.

Elemento	Comparação com o entorno rural
Radiação	
Global	15 a 20 % menos
Ultravioleta, inverno	30% menos
Ultravioleta, verão	5% menos
Duração de brilho do sol	5 a 15% menos
Temperatura	
Média anual	0,5 a 1°C mais
Mínimo no inverno (média)	1 a 2°C mais
Dias de maior calor	10% menos
Contaminante	
Partículas e núcleos de condensação	de 10 vezes mais
Mistura gasosas	5 a 25 vezes mais
Velocidade do vento	
Média anual	20 a 30% menos
Rajadas de vento máximo	10 a 20% menos
Calmaria	5 a 20% mais
Precipitação	
Totais	5 a 10% mais
Dias com menos de 5 mm	10% mais
Quedas de neve	5% menos
Atmosfera	
Cobertura (do sol)	5 a 10% mais
Nevoeiro, inverno	100% mais
Nevoeiro, verão	30% mais
Umidade relativa	
2% menos	
Verão	8% menos

Imagem 1.6: Mudança média dos elementos climáticos causados pela urbanização (Landsberg, 1970) Fonte: "Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano - Marta Romero.

2.2 CIDADES COM ALTOS ÍNDICES DE ILHAS DE CALOR

2.2.1 NOVA IORQUE

Nos dias de verão que são os mais quentes, em Nova Iorque a superfície das ruas e telhados pode ser 32,2°C mais quentes do que a temperatura do ar. As ilhas de calor ocorrem principalmente em Manhattan, o centro da cidade, onde já ocorreu a diferença de 6°C no mesmo horário em diferentes locais da cidade. O aumento do calor altera a circulação dos ventos, a umidade relativa do ar e as chuvas, o resfriamento diminui, pois, o asfalto facilita a evaporação da água da chuva que está no solo.

O governo de Nova Iorque está incentivando o uso de telhados verdes na cidade, pagando cerca de 4,5 dólares por pé quadrado (unidade de medida utilizada nos EUA) para os proprietários. Propondo também um desconto nos impostos das propriedades. Essas medidas contribuem para a diminuição das ilhas de calor, além de melhorar a qualidade do ar e do conforto urbano.

De forma parecida com a que foi utilizado para esta pesquisa, um artista de Nova Iorque tirou fotos térmicas da cidade. É possível notar que a temperatura mais alta está nas áreas construídas, como asfaltos e calçadas e nas edificações, principalmente nas janelas, pois o vidro possui uma maior absorção da radiação solar, assim como os veículos que também são grandes influenciadores das ilhas de calor.

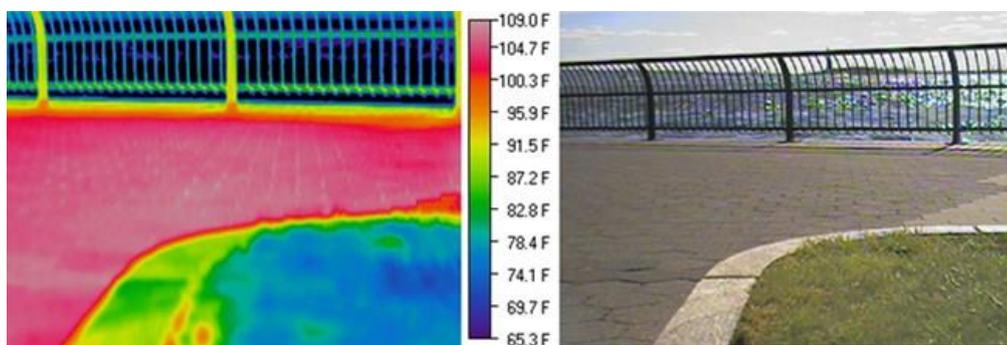


Imagem 2.1: Imagem térmica e original de NY. Nickolay Lamm, 2013. Fonte:

<https://www.storagefront.com/therentersbent/why-are-cities-hotter-than-surrounding-areas/>

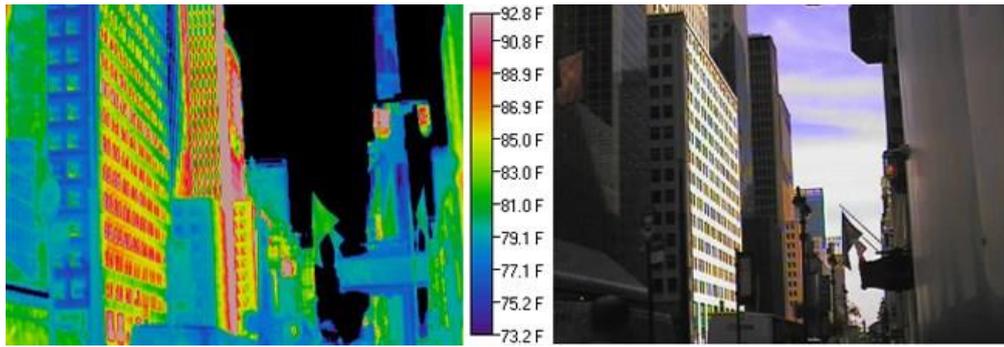


Imagem 2.2: Imagem térmica e original de NY. Nickolay Lamm, 2013. Fonte:

<https://www.storagefront.com/therentersbent/why-are-cities-hotter-than-surrounding-areas/>

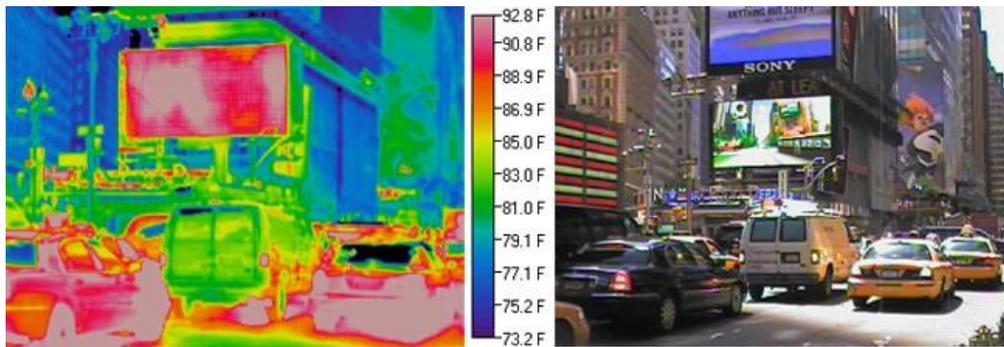


Imagem 2.3: Imagem térmica e original de NY. Nickolay Lamm, 2013. Fonte:

<https://www.storagefront.com/therentersbent/why-are-cities-hotter-than-surrounding-areas/>

John E. Frederick interpretou as imagens tiradas com a câmera térmica, onde afirmou que quanto mais vermelho mais intenso é o calor gerado pelas superfícies e, quanto mais azul menor é o calor gerado, a cor verde representa o meio termo entre o azul e o vermelho. Ele constatou que a ausência de água nas superfícies é um dos principais contribuintes para o efeito das ilhas de calor, assim como superfícies mais escuras, principalmente se houver uma exposição maior ao sol, como já comentado anteriormente nesta pesquisa. Janelas que estão em contato com o ar frio do ar condicionado também aparecem mais frias nas imagens da câmera térmica.

2.2.2 SÃO PAULO

Estudos realizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente apontam diferenças de até 10 graus de temperatura, conforme a área da capital paulista. Os locais com maiores temperaturas estão na bacia do Rio Tietê, de acordo com a geógrafa Helena Sobral “além de serem mais baixas, essas áreas possuem pouco verde, o solo é tomado por prédios e casas, as ruas são pavimentadas, há grande volume de veículos e alto índice de poluição”. Por haver muitos prédios e áreas

asfaltadas, a absorção da radiação é muito maior nesses locais e, a vegetação existente, que deveria ajudar na absorção dessa radiação, não é suficiente, assim como as áreas permeáveis que são poucas, diminuindo também a umidade relativa do ar.

A quantidade de edifícios reduz a circulação dos ventos e a renovação do ar, ajudando na poluição. Na Grande São Paulo, 30.000 indústrias e 4 milhões de veículos jogam anualmente na atmosfera 2 milhões de toneladas de gases e material particulado; a direção dos ventos ainda leva a poluição gerada na zona industrial do ABC, através do vale do Rio Tamandateí, para o centro de São Paulo. As nuvens poluídas também contribuem, pois impedem que o calor gerado se dissipe. Outro fator que contribui para o aumento das ilhas de calor na cidade é o crescimento desordenado e a falta de uma política ambiental.

Um exemplo é o Itaim Paulista, localizado no extremo da Zona Leste, que de acordo com a Prefeitura, é o bairro que menos tem vegetação na cidade, tendo apenas um metro quadrado de área verde por morador, quando o indicado pela OMS seria pelo menos 12 metros quadrados. Tudo isso influencia negativamente na qualidade do ar e no aumento das ilhas de calor. As regiões com mais arborização são a região de Parelheiros, no extremo sul e próximo à Serra da Cantareira, no norte.

Pesquisas comprovaram que existem ilhas de calor no Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Fortaleza, Campinas, São José dos Campos, entre outras grandes cidades. Cidades com 100.000 habitantes já apresentam a diferença de 1 grau entre a temperatura urbana e a rural. Nas cidades com 1 milhão de moradores essa variação pula para 3 graus e, nas metrópoles com mais de 10 milhões de pessoas, para 9 graus. São Paulo, com seus 10 graus de diferença, vem superando essa média. “Sem uma política eficiente de combate à degradação ambiental, os paulistanos estarão condenados a sofrer ainda mais com o aumento constante das temperaturas. Até o ano 2030 a temperatura média mínima poderá subir mais 2 graus Celsius” afirma Oliveira, da Cetesb. De acordo com o jornal Correio Braziliense, Brasília tem mais de 3 milhões de habitantes.

2.2.3 RIO DE JANEIRO

No Rio de Janeiro, principalmente em estações como a primavera e verão, é possível notar uma diferença de temperatura de até 25 °C quando comparamos a

região metropolitana com áreas de diferentes níveis de urbanização. As camadas de calor podem ocorrer tanto na superfície quanto em camadas mais elevadas. Cidades como o Rio de Janeiro tem os efeitos das ilhas de calor durante o dia, por influência marítima e fenômenos como o El Niño, que é um aquecimento anormal das superfícies marítimas que provoca o aumento de temperatura das regiões próximas ao fenômeno. A temperatura também sofre influência da latitude, quanto mais longe dos polos e mais perto do Equador, mais quente será o clima, pois recebe raios solares mais concentrados. É possível notar as diferenças nas imagens, que foram listadas no Tempo Universal Coordenado:

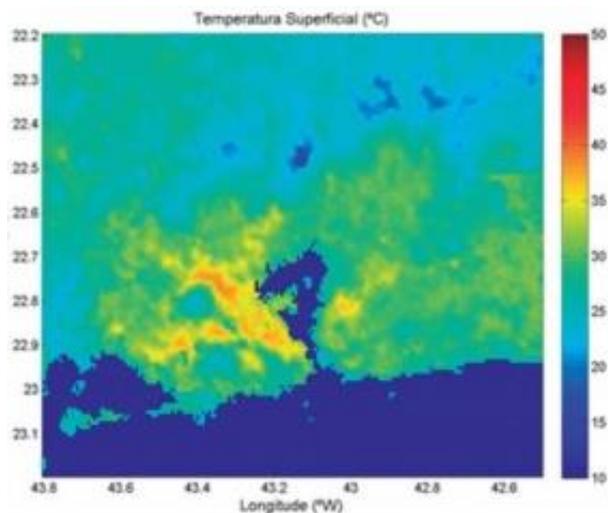


Imagem 2.4: Média da Temperatura Superficial Continental no verão às 10:00 horas no Rio de Janeiro. (França, Peres e Sena, 2004). Fonte: <http://rioonwatch.org.br/?p=17193>

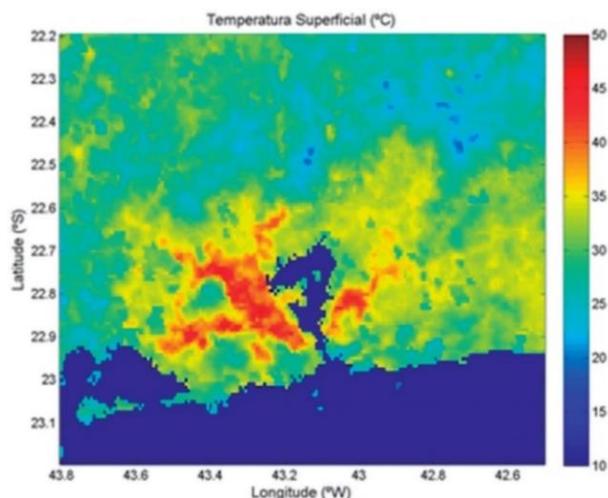


Imagem 2.5: Média da Temperatura Superficial Continental no verão às 13:00 horas no Rio de Janeiro. (França, Peres e Sena, 2004). Fonte: <http://rioonwatch.org.br/?p=17193>

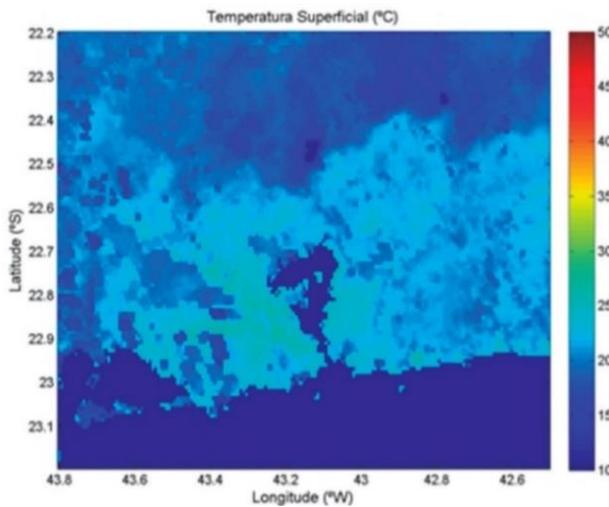


Imagem 2.6: Média da Temperatura Superficial Continental no verão às 23:00 horas no Rio de Janeiro. (França, Peres e Sena, 2004). Fonte: <http://rioonwatch.org.br/?p=17193>

Além do horário de ocorrência das ilhas de calor, o Rio de Janeiro tem efeitos mais intensos nas periferias e não nos centros urbanos. O fato ocorre, pois, a urbanização desses locais é mais concentrada e tem pouca vegetação, principalmente se comparado a outros bairros que tem mais condições e espaços para investirem em áreas verdes.

O Instituto Pereira Passos (IPP) lançou um aplicativo chamado “A cidade do Rio de Janeiro vista do espaço: mudanças climáticas e ilhas de calor” que disponibiliza imagens, gratuitamente, pelo satélite Landsat-8, da NASA, em que se pode ver dados da cidade, maiores índices de ilhas de calor e serem utilizados para estudos de caso onde no futuro gerem políticas públicas para diminuir o índice das ilhas de calor na cidade.

2.3 O MATERIAL: VIDRO

O vidro começou a ser amplamente utilizado nas fachadas das edificações no modernismo e atualmente oferece cada vez mais alternativas de uso, até mesmo como pisos e vigas, se for um vidro estrutural. “Apesar de, ao menos no campo acadêmico, ter-se a certeza que as fachadas seladas de vidro não serem uma solução cabível para edifícios de escritórios, há uma forte tendência de proliferação desse tipo de edificação na cidade.” (Sampaio e Borges, 2007 – FAUUSP).

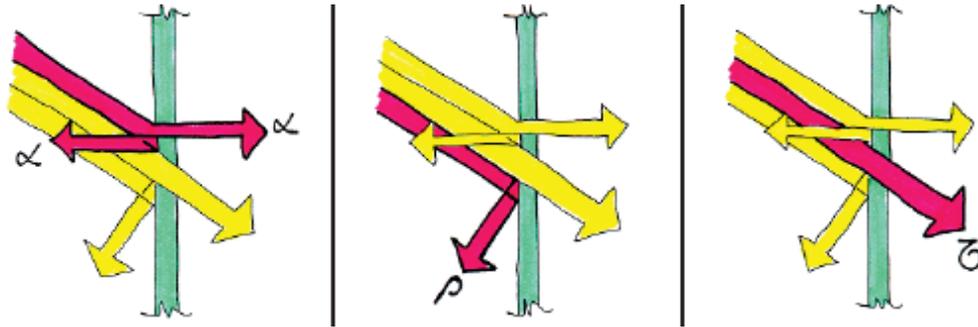


Imagem 3.1: Formas em que a radiação solar pode incidir sobre o vidro. Fonte: Eficiência energética na arquitetura (2004, p. 200)

O vidro é um bom condutor térmico, sendo possível criar modelos que controlem racionalmente a radiação solar. A radiação pode ser absorvida, refletida ou transmitida para o interior. A parcela absorvida, representada no primeiro quadro da imagem 3.1, é convertida em calor e pode ser reemitida tanto para o exterior quanto para o interior. A radiação refletida, representada no segundo quadro da imagem 3.1, é maior se o ângulo de incidência for alto. Quanto mais transparente o vidro, maior a parcela de radiação transmitida para o interior, representado no terceiro quadro da imagem 3.1.

É possível produzir vidros com diversos tipos de características, cada um com capacidades diferentes de absorver, refletir e transmitir radiação solar. As capacidades podem ser alteradas de acordo com as características ópticas do material. Cada combinação de vidros dependerá do cliente e da destinação do produto final. Com o software Calumen II foram realizados cálculos em 3 tipos diferentes de vidros:

	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Primeiro vidro	Incolor Cebrace 4mm	Incolor Cebrace 4mm	Incolor Cebrace 4mm
Capa	-	BRN_148	COOL-LITE SKN 154
Intercalar	COOL-LITE ST 120	PVB standard 0,38mm	PVB standard 0,38mm
Capa	-	-	-
Segundo vidro	Incolor Cebrace 4mm	Incolor Cebrace 4mm	Incolor Cebrace 4mm

Dimensões de fabrica	Espessura: 8,4 mm	Espessura: 8,4 mm	Espessura: 8,4 mm
	Peso: 20,4 kg/m ²	Peso: 20,4 kg/m ²	Peso: 20,4 kg/m ²
Emissividade	Interior: 0,89	Interior: 0,89	Interior: 0,89
	Exterior: 0,89	Exterior: 0,89	Exterior: 0,89
Fatores luminosos (en410-2011) (D652°) Em porcentagem	Transmitância: 21	Transmitância: 48	Transmitância: 48
	Refletância	Refletância	Refletância
	Interior: 30	Interior: 12	Interior: 22
	Refletância Exterior: 22	Refletância Exterior: 12	Refletância Exterior: 25
Fatores energéticos (en410-2011)	Transmitância: 17	Transmitância: 32	Transmitância: 24
	Refletância	Refletância	Refletância
	Interior: 26	Interior: 14	Interior: 38
	Refletância Exterior: 22	Refletância Exterior: 14	Refletância Exterior: 39
	Absorção A1: 57	Absorção A1: 54	Absorção A1: 38
Fatores solares (en410-2011)	g: 0,30	g: 0,45	g: 0,33
	Coeficiente de sombreamento: 0,35	Coeficiente de sombreamento: 0,52	Coeficiente de sombreamento: 0,38
Transmissão térmica (en673-2011) – 0° em relação a posição vertical	Ug: 5,6 W/(m ² .K)	Ug: 5,6 W/(m ² .K)	Ug: 5,6 W/(m ² .K)

Tabela 1: Dados das características de 3 tipos de vidro. Fonte: Consultor técnico da Cebrace Fernando Sá Reis

A emissividade, ou seja, quantidade de energia térmica emitida por unidade de tempo, dos 3 tipos de vidro é a mesma, 0,89. Emissividades consideradas altas variam entre 0,85 a 0,90. Fator luminoso é a porcentagem de luz que entra no ambiente. Fator energético se refere a fração de ondas de energia que vai do ambiente mais quente para o mais frio. Fator solar corresponde a quantidade de calor que o ambiente ganha. Transmissão térmica corresponde ao índice de condutividade térmica, ou seja, de energia propagada pelo objeto, que é o mesmo em todos os tipos.

O vidro TIPO 1 é de uma linha refletiva e tem preços mais baixos, o TIPO 2 são vidros mais neutros com preços médios e o TIPO 3 são vidros com maior eficiência energética, porém, com preços mais altos. Se considerados fatores externos o vidro TIPO 2 é o melhor para o microclima, pois é o que tem menor reflexão externa e, absorvendo bastante radiação solar, evita que uma grande quantidade seja emitida de volta para os ambientes próximos aos edifícios, evitando também o aumento da temperatura durante o dia. O vidro do TIPO 3 é mais indicado para diminuir o consumo de energia da edificação, devido ao seu grande desempenho energético, não tendo uma grande necessidade do uso de ar condicionados e iluminação artificial.

A utilização de proteções sobre o vidro, como película reflexiva, tem uma redução do ganho de energia solar no ambiente interno dos edifícios, principalmente nos dias em que as fachadas estão submetidas à incidência de radiação solar direta. Na ausência de radiação solar direta, há uma perda menor de energia, proporcionada pela proteção, porém, o vidro demora mais a resfriar, pois a emissividade desse tipo de vidro é menor que a do vidro comum. Já o vidro comum, na ausência de radiação solar direta tem uma perda maior de energia do ambiente interno para o externo, tendendo a aproximar-se da temperatura externa.

A utilização de película sobre o vidro comum é mais acessível ao empresário, por ter um custo mais baixo em relação a utilização de um vidro especial. Vidros com baixo fator solar, escuros e reflexivos também são mais baratos. Vidros de controle solar tem menor influência da temperatura externa sobre a temperatura superficial do vidro e menor intensidade de radiação solar direta, além de possibilitar um maior aproveitamento da luz natural com um menor índice de ganho calorífico. Como resultado pode-se haver maiores áreas com uso de fachadas envidraçadas, mantendo o desempenho térmico. É possível aumentar a eficiência da pele envoltória e sistemas do edifício.

O consumo de energia pode ser diminuído de acordo com o vidro utilizado nas fachadas. Existe um comparativo realizado pela Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (ABIVIDRO) em que o consumo de energia anual com a utilização de vidros com controle solar é menor em comparação ao uso de brise com ângulo de 30°, apesar de ser uma diferença pequena. Porém se for comparado o uso de brise com um vidro comum, no lugar de vidros com controle solar, o brise traz uma economia energética muito maior. Outros comparativos mostram que a influência do

tipo de vidro é menor em relação ao uso de proteções solares na edificação. Em boa parte, esses fatores influenciam basicamente no ambiente interno da edificação e é preciso pensar além desses ambientes, de maneira responsável, para se evitar as ilhas de calor.

O desenvolvimento dos vidros utilizados como envoltório para as edificações têm aumentado, tendo vidros mais transparentes como os low-iron, vidros que podem conter estampas ou logos que ajudam a identificar uma empresa, entre outros. A evolução tecnológica está indo muito além da parte estética, trazendo vidros que melhoram a eficiência energética de um edifício. Esses vidros, com aspecto seletivos, são mais utilizados no exterior devido ao alto custo e chegam ao índice de transmissão de fator solar de 29%, ou seja, a quantidade de calor que entra no ambiente. Ele é capaz de selecionar o comprimento de onda solar mais benéfico a luminosidade e ao controle solar interno.

O vidro é uma substância inorgânica, homogênea e amorfa. É obtido a partir do resfriamento de uma massa em fusão. Suas principais características são a inalterabilidade, dureza, resistência, propriedades térmicas, ópticas e acústicas, além da transparência.

Componentes do vidro:

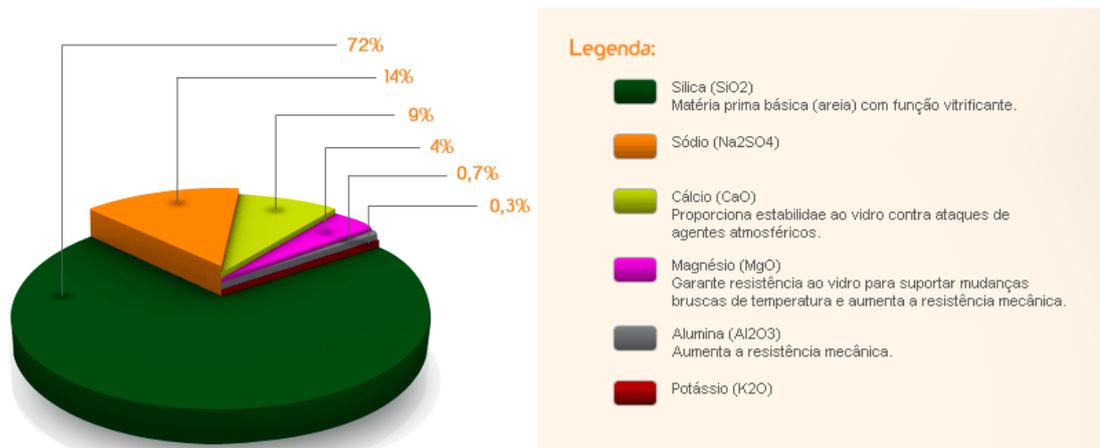


Imagem 3.2: Componentes do vidro. Cebrace, 2015. Fonte: <http://www.cebrace.com.br/#!/enciclopedia/interna/a-composicao-do-vidro>

As matérias primas do vidro são misturadas e fundidas no forno a aproximadamente 1.600°C, depois é derramado num tanque de estanho liquefeito e

quimicamente controlado. Essa matéria prima flutua no estanho e se espalha uniformemente, após esse processo, há um resfriamento controlado do material, por um processo chamado de recozimento. Os vidros coloridos são produzidos acrescentando-se à composição corantes como o selênio (Se), óxido de ferro e cobalto para atingir as diferentes cores e podem variar entre 1,8 e 1,9mm. A sucata dos vidros quebrados também é usada para produzir novos vidros, desde que limpa e selecionada, 1 quilo de caco pode fazer 1 quilo de vidro novo.

2.4 PRINCIPAIS TIPOS DE VIDRO

2.4.1 VIDRO PLANO: Float

O vidro float é a matéria prima para o processamento de todos os demais vidros planos, podendo ser aplicada em diversos segmentos, como vidro laminado, temperado, duplo envidraçamento, curvo, serigrafado. Pode ser transparente, incolor ou colorido, com espessura uniforme e massa homogênea. Ideal para locais que não exijam perfeita visibilidade, não provoca distorções e permite grande passagem de luz.

VIDRO PLANO: Impresso

Vidro plano translúcido, pode ser incolor ou colorido, que recebe a impressão de um padrão, ou seja, de um desenho quando está saindo do forno.

2.4.2 VIDRO SIMPLES

São os mais comumente utilizados no Brasil pelo seu baixo custo e disponibilidade no mercado. Por serem muito transparentes têm boa visibilidade e a radiação transmitida para o interior é alta, causando um fenômeno de efeito estufa no interior do edifício por conta do acúmulo de radiação, já que a onda de calor entra facilmente, mas tem dificuldade para sair e são pouco reflexivos.

2.4.3 VIDRO FUMÊ E PELÍCULAS

Esse tipo de vidro diminui a visibilidade, aumentando os gastos com energia artificial e é pouco reflexivo.

2.4.4 VIDRO REFLEXIVO E PELÍCULAS

Composto por camada metálica em um substrato transparente, diminuem a entrada de calor nos ambientes ou podem também reduzir a perda de calor, dependendo do tipo utilizado.

2.4.5 VIDRO COLORIDO: Serigrafado

É feita a aplicação de uma tinta vitrificante, que seria um esmalte cerâmico, incolor ou colorido na massa, em seguida passa por um forno de têmpera. No final obtém-se um vidro temperado com textura extremamente resistente, inclusive ao atrito com metais pontiagudos. Sua transparência é alterada pelos desenhos ou cores e maximiza o bloqueio da radiação solar incidente.

VIDRO COLORIDO: Pintado

Produzido a partir de um vidro float, recebe uma pintura especial, trazendo também maior resistência ao vidro.

2.4.6 VIDRO DE SEGURANÇA

Vidro de segurança procura reduzir os riscos de acidentes e quebras. São vidros que, de acordo com a abnt: “quando fraturados, produzem fragmentos menos suscetíveis de causar ferimentos graves”.

VIDRO DE SEGURANÇA: Laminado

O vidro laminado é composto de duas ou mais lâminas de vidro float, o vidro comum, aderidas a uma lâmina intercalar de Polivinil Butiral (PVB), que pode ser produzido em diversas cores, é muito flexível e resistente, podendo gerar uma grande variedade de produtos de acordo com a combinação de tipos de vidro e cores do PVB.

Ao ser combinado com vidros termoabsorventes, termo refletores ou de baixa emissividade, transformam-se em excelentes produtos para o controle de calor e conforto térmico, reduzindo a carga térmica, o consumo de energia e o dimensionamento dos equipamentos de condicionamento de ar. Independentemente da cor, do tipo dos vidros ou da cor do PVB que os compõem, os vidros laminados são capazes de filtrar 99% da radiação ultravioleta, responsável pela degradação de pintura, plástico, tecido, madeira, couro e também, pelo seu potencial em provocar câncer de pele, além de reduzir os ruídos externos.

Vidro laminado: duplo ou insulado

É o conjunto de dois vidros separados por uma camada de ar ou gás, diminuindo a entrada de calor e reduzindo a propagação do som, pode ser composto por qualquer tipo de vidro.

Vidro laminado: planitherm

Esse tipo de vidro não permite troca de calor entre os ambientes interno e externo. Quando utilizados como vidro duplo, são até 5 vezes mais performático do que o vidro incolor monolítico. Tem a menor emissividade, se comparado com os vidros existentes

no mercado, é ideal para reduzir o consumo energético e é incolor. Pode ser temperado e aplicado como vidro laminado ou duplo.

Vidro laminado acústico

É um tipo de vidro laminado com PVB especial (acústico), funciona como excelente isolante acústico.

VIDRO DE SEGURANÇA: Temperado

Vidro que recebe tratamento térmico, é aquecido e resfriado rapidamente, tornando-o mais rígido e mais resistente, em caso de quebra os fragmentos formados são pedaços arredondados e com bordas menos cortantes.

2.4.7 VIDROS ESPECIAIS

São vidros de controle solar, autolimpantes, de baixa reflexão e baixo-emissivo.

VIDROS ESPECIAIS: Proteção solar

Indicado para locais com grande incidência de raios solares, pois proporciona o conforto térmico interno dos ambientes, reduz a entrada de calor e controla a entrada de luz. Da radiação solar que passa pelo envidraçamento, parte é automaticamente refletida para o ambiente externo e a outra parte é absorvida pelo vidro, minimizando a quantidade de calor que atinge efetivamente o ambiente interno. Esse vidro possibilita a redução do consumo de energia elétrica com o ar condicionado e a luz artificial.

VIDROS ESPECIAIS: Esmerald

De cor verde intenso, esse tipo de vidro permite excelente passagem de luz e controle térmico, não utiliza camadas refletivas. Promove uma redução de 40% do calor em relação ao vidro incolor da mesma espessura, evita ofuscamento permitindo um maior conforto visual.

VIDROS ESPECIAIS: Reflecta float

Vidro com grande durabilidade e resistência, reduz a entrada de calor em até 60% e a entrada de raios UV em até 80%. Tem uma aplicação versátil, podendo ser utilizado monolítico, curvo, serigrafado, temperado, laminado ou duplo. Tem aspecto refletivo e evita o ofuscamento.

VIDROS ESPECIAIS: Eco lite

É um vidro de proteção solar, possibilita a redução da entrada de calor no ambiente, mantém a aparência de um vidro comum, não tendo um efeito espelhado, reduz em até 52% a entrada de calor e evita o ofuscamento.

VIDROS ESPECIAIS: Cool lite KNT e SKN

Esse também é um modelo de proteção solar, impede o calor de entrar, mas não impede a entrada da luz. Possui versatilidade, podendo ser usado temperado, curável, serigrafado e duplo. Quando duplo isola termicamente até 5 vezes mais que o transparente monolítico, evita ofuscamento e não tem efeito espelhado.

2.4.8 VIDROS DE BAIXA EMISSIVIDADE (LOW-E)

São mais eficientes que os reflexivos comuns, capazes de selecionar ondas de radiação que irão entrar no ambiente, evitam perda de calor nos períodos frios. Geralmente utilizados como vidros duplos, reduz a transferência de calor por radiação em 5 a 10 vezes.

2.4.9 VIDRO COM BAIXA REFLEXÃO

São vidros com baixa concentração de ferro em sua composição e por isso são extremamente claros e não esverdeados, recebe uma camada capaz de reduzir a reflexão em até 5 vezes.

2.4.10 VIDROS AUTOLIMPANTES: Bioclean

O vidro bioclean é um tipo de vidro autolimpante, ele aproveita a força dos raios UV e da água da chuva para combater sujeiras e resíduos, é visualmente idêntico aos outros vidros. A camada autolimpante é integrada ao próprio vidro e tem grande durabilidade, garante uma boa visão através dele. Só pode ser utilizado com no máximo 15° de inclinação em relação a horizontal. Pode ser utilizado como vidro comum, temperado, laminado, curvo, serigrafado e duplo.

3. METODOLOGIA

Para situar a nova capital do Brasil, houve, na época um grande estudo sobre os locais. Nesses estudos foram levados em consideração importantes fatores climáticos, em diferentes níveis: macroclimáticos, mesoclimáticos e microclimáticos. Foram analisadas as características da temperatura, dos ventos, da altitude, da umidade, do relevo e da precipitação. Dos levantamentos realizados no estado de Goiás, o escolhido foi o sítio com melhor combinação de todos os fatores estudados. Lucio Costa estabeleceu um vínculo com o espaço ao escolher para a localização da capital o triângulo contido entre os braços do lago.

Brasília tem um clima tropical de altitude com duas estações bem marcantes, quente e úmido no verão e no inverno quente e seco, com a noite relativamente fria. Há uma variação da temperatura entre 19 e 26°C durante o dia e baixas durante a madrugada. Durante o dia pode chegar a 30°C nos períodos mais quentes e 12°C nos mais frios. Já a umidade relativa do ar costuma variar de 30% até 90% durante o dia. No período chuvoso o índice da umidade é mais elevado. A radiação solar costuma ser direta e intensa no verão; o verão é chuvoso com ventos noroeste e o inverno tem menor radiação e ventos sudestes e lestes.

Para essa pesquisa, o foco foram as ilhas de calor, que está também relacionada a sustentabilidade e é uma grande preocupação nos dias atuais. As ilhas de calor são medidas por meio dos níveis de temperaturas, umidade de um local durante períodos variados. Há vários métodos de se medir as ilhas de calor. O mais simples e comum é utilizar dados meteorológicos e comparar dois ou mais locais. Estações meteorológicas estão normalmente localizadas em topos de edifícios e por isso as medidas não expressam significativamente as condições na escala humana; todavia o microclima afeta muito mais os pedestres e as edificações. Ao realizar as medidas do dossel urbano, medida realizada até 1,5m acima do nível da rua, as condições podem ter grandes mudanças de um lado da rua para o outro, devido às condições do local, como ventos, edificações existentes, vegetação.

Outro método é por meio do transecto móvel, onde é percorrido um trajeto em certa região e realizando a medida em locais representativos. Há também o método sensorial vertical, onde as medidas são feitas do ar acima do dossel, na camada limite, por meio de balões, torres ou voos. Balanço de energia também é um método usado para medir as ilhas de calor, utilizando vários equipamentos para medir a radiação solar global, a radiação refletida, a atmosférica e a da superfície. Também são medidas as variáveis meteorológicas: temperatura, vento e umidade.

O método utilizado neste estudo foi o sensoriamento remoto, onde podem ser feitas medidas das temperaturas de superfícies. As medidas são da quantidade de energia refletida e emitida pelas superfícies, podendo assim ser feito um comparativo das fachadas existentes no local com outras do mesmo local ou de lugares diferentes, como é o caso desta pesquisa, em que foi fotografado a Asa Sul e a Asa Norte.

Os locais de estudo escolhidos para medir as ilhas de calor foram o Setor Comercial e Hoteleiro, Norte e Sul, pois apresentam grande quantidade de edifícios e

variedade de fachadas, algumas com quase 100% da fachada coberta por vidros e outras com menor porcentagem. Essa grande diferença se dá também pelo ano de construção e reforma das edificações. Quanto mais recente maior a parcela da fachada coberta por vidro, o que também é influenciado pela locação, já que o uso do vidro refletivo representa um status de riqueza.

Após as pesquisas bibliográficas feitas acerca do assunto, foi realizada a pesquisa de campo, onde foram tiradas fotos, utilizando a câmera fotográfica FLIR C2, que fornece tanto fotos térmicas com a medida das temperaturas emitidas pelas superfícies nos pontos escolhidos, quanto às fotos originais do local. As fotos foram tiradas das fachadas voltadas para Oeste e do piso logo abaixo das edificações escolhidas, em dois horários distintos, na parte da tarde, quando o sol está mais intenso e no início da noite, após o sol se pôr, pois é o horário em que se é possível notar a existência ou inexistência das ilhas de calor. Foi feito o comparativo entre as 2 fotos tiradas nos locais selecionados e em seus respectivos horários. Além das fotos foi utilizado o termômetro Termo-higro decibelímetro luxímetro modelo THDL-400 para medir a temperatura e a umidade dos setores nesses mesmos horários, as medidas utilizadas foram feitas no mesmo dia.

Brasília sendo uma cidade planejada cumpre certos pré-requisitos para suas construções, como por exemplo altura máxima das edificações, porém, esses requisitos não influenciam nos materiais que serão utilizados em suas fachadas. O Setor Comercial e Hoteleiro Sul se difere de muitas maneiras do Setor Comercial e Hoteleiro Norte, por apresentar fachadas com menor porcentagem de vidro, uso de proteções solares e varandas, o que não exclui a existência de edifícios com grande parcela de sua fachada coberta por vidros. A quantidade de vegetação e permeabilidade do solo existente nos Setores Norte ou Sul, é muito pequena. Porém, o Setor Comercial Sul contém mais locais sombreados, se comparado aos outros setores, tanto Sul como Norte, sombras que são fornecidas pelas próprias edificações e configurações do espaço, tendo uma quantidade e proximidade muito maior dos edifícios. A umidade relativa do ar de Brasília, que já é baixa, acaba sendo agravada por todos esses fatores, principalmente nas épocas de seca, que foi a época escolhida para ilustrar a pesquisa.

4. ESTUDOS DE CASO E RESULTADOS

A pesquisa foi realizada no período da seca em Brasília, pois é o período em que a temperatura está mais elevada; com o objetivo de mostrar se além do clima local, o tipo de arquitetura e materiais utilizados também podem influenciar no microclima. Tendo em vista que o período em que esse microclima é mais afetado é na parte da tarde, quando o sol está mais intenso, os resultados de todos esses fatores também podem ser sentidos durante parte da noite, período em que estudos indicam que há a existência de ilhas de calor. O foco nos períodos da tarde e noite foram justamente para mostrar como o microclima é afetado, apresentando dois setores com arquiteturas diferentes na cidade, o Sul com aspectos mais modernistas e o Norte com aspectos mais contemporâneos. Foi levado em consideração também a temperatura e umidade do microclima próximo às edificações e, para a análise dos dados, foi considerando a média dos setores Sul e Norte.

A escolha dos edifícios foi feita selecionando as edificações que mais se destacavam com as características gerais do setor, levando em consideração suas fachadas e o que mais representava arquitetonicamente cada setor. As que apresentavam grande quantidade de concreto, proteções solares ou varandas nos Setores Sul e as que apresentavam uma quantidade maior de vidros espelhados como envoltório nos Setores Norte. Utilizando a câmera térmica e um termômetro para medir a umidade e a temperatura dos ambientes foram registrados os seguintes dados: No Hoteleiro Sul, foram registrados dados de 3 edifícios.

St Paul Plaza Hotel: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem uma porcentagem pequena de vidro, aproximadamente 3%. Dia:

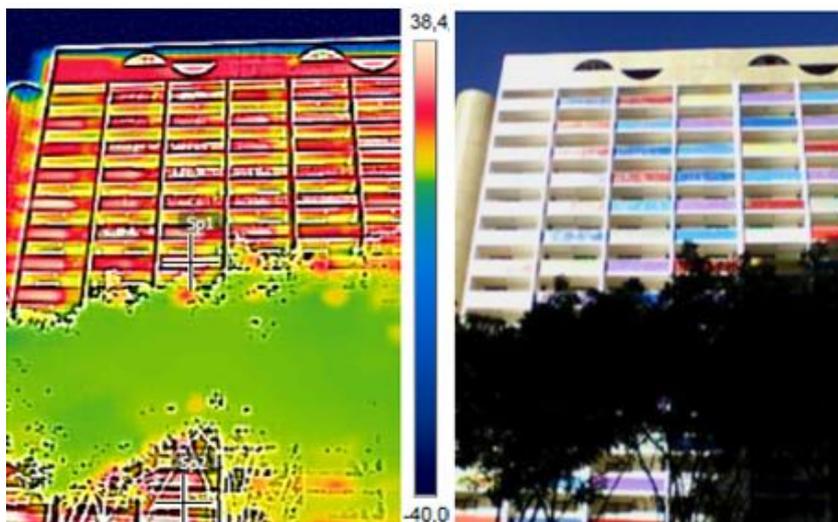


Imagem 4.1: Prédio St Paul Plaza Hotel, período da tarde.

Sp1	35,4°C	Obs: o ponto 2, localizado abaixo da vegetação apresentou temperatura mais baixa, causada pela sombra da vegetação.
Sp2	24,2°C	
Temperatura: 31,9°C		Umidade: 33,2%

Noite

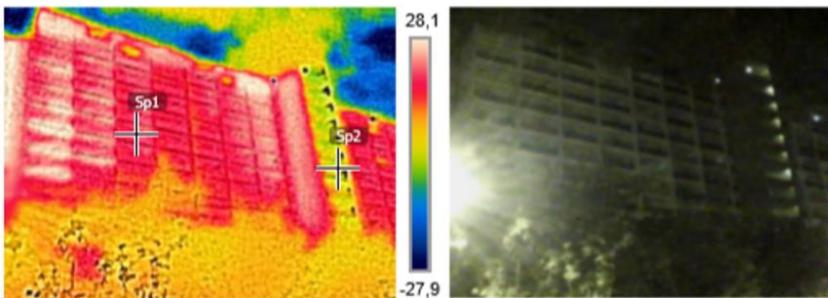


Imagem 4.2: Prédio St Paul Plaza Hotel, período da noite.

Sp1	23,9°C	Obs: Nessa imagem, o ponto 2, mostrou a diferença de temperatura entre os materiais, onde o vidro apresentou uma temperatura mais baixa.
Sp2	17,9°C	
Temperatura: 28,4°C		Umidade: 39,3%

Dia:

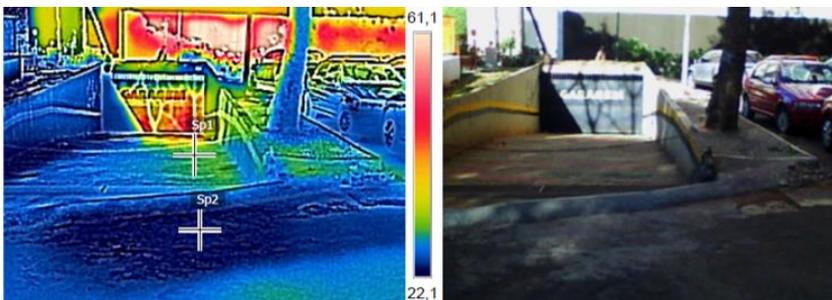


Imagem 4.3: Piso próximo ao prédio St Paul Plaza Hotel, período da tarde.

Sp1	30,1°C	Obs: o ponto 2, mais sombreado pela vegetação e pelo edifício a frente, teve uma diferença de quase 7°C em relação ao ponto 1.
Sp2	23,5°C	

Noite:

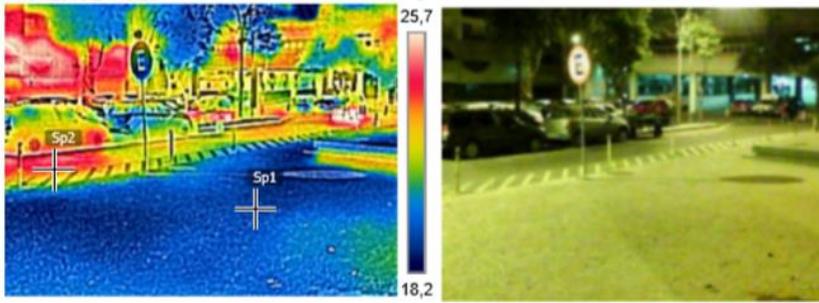


Imagem 4.4: Piso próximo ao prédio St Paul Plaza Hotel, período da noite.

Sp1	19,8°C	Obs: o ponto 1, teve a temperatura mais baixa por estar mais distante do estacionamento e absorveu menos radiação que o ponto 2 durante o dia.
Sp2	22,6°C	

Riviera Hotel: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem uma porcentagem pequena de vidro, apenas em algumas das janelas, de aproximadamente 3%. Dia:

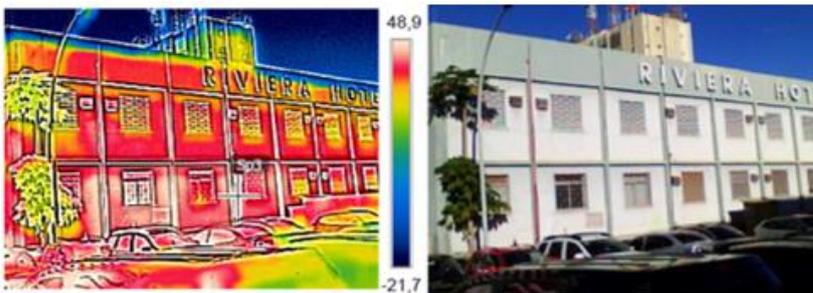


Imagem 4.5: Prédio Riviera Hotel, período da tarde.

Sp1	46,5°C	Obs: A temperatura da edificação teve pouca variação de um ponto a outro da fachada.
Temperatura: 31,9°C		Umidade: 31,4%

Noite:

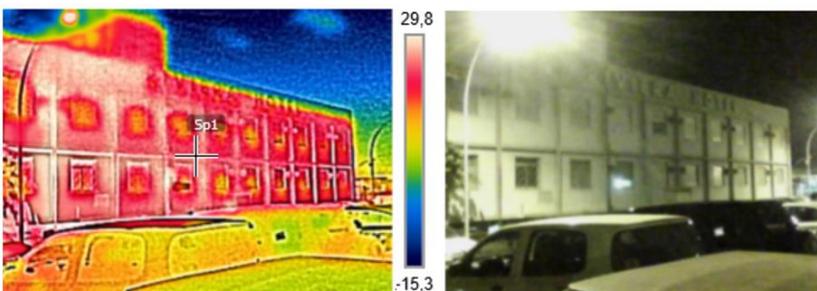


Imagem 4.6: Prédio Riviera Hotel, período da noite.

Sp1	26,6°C	Obs: No início da noite, apesar da pouca variação de temperatura entre os pontos, ela diminuiu a quase a metade da temperatura apresentada durante o dia.
Temperatura: 28,8°C		Umidade: 38,9%

Dia:

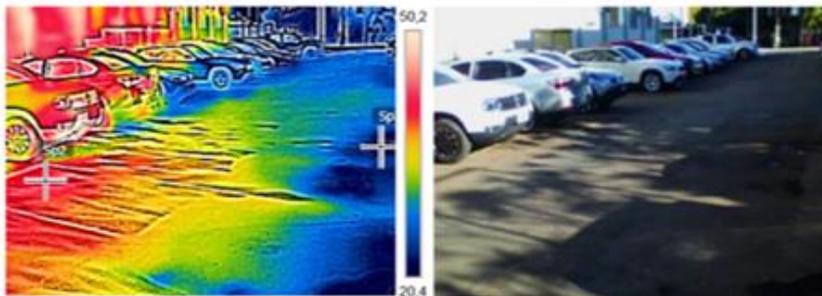


Imagem 4.7: Piso próximo ao prédio Riviera, período da tarde.

Sp1	20,6°C	Obs: O ponto 1, recebeu sombra do edifício ao lado e teve uma temperatura mais baixa, chegando a ser metade do valor apresentado pelo ponto 2 que não estava sombreado.
Sp2	41,0°C	

Noite:

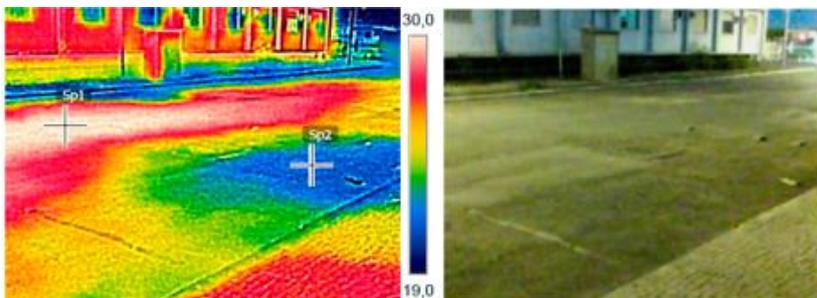


Imagem 4.8: Piso próximo ao prédio Riviera Hotel, período da noite.

Sp1	27,2°C	Obs: O ponto 2, está locado em uma área que esteve sombreado durante parte da tarde e teve uma diferença muito pequena em sua temperatura. O ponto 1, apesar de perder bastante radiação, ainda apresentou temperatura elevada.
Sp2	19,8°C	

Hotel Nacional: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem uma porcentagem pequena de vidro, aproximadamente 10%, nas janelas.

Dia:

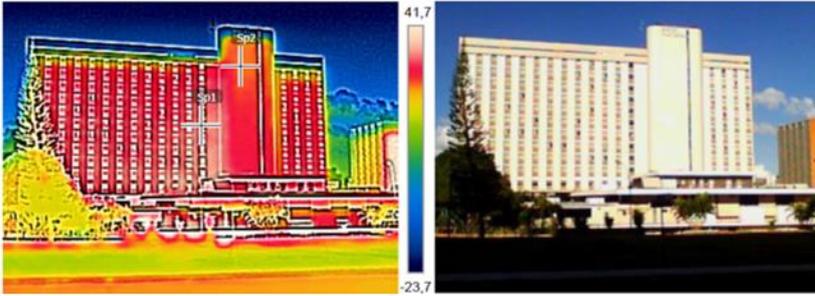


Imagem 4.9: Prédio Hotel Nacional, período da tarde.

Sp1	36,8°C	Obs: o ponto 1, localizado em uma das janelas do edifício, composta por vidro, apresentou uma temperatura maior, pois absorveu uma quantidade maior de radiação.
Sp2	29,5°C	
Temperatura: 31,8°C		Umidade: 33,4%

Noite:

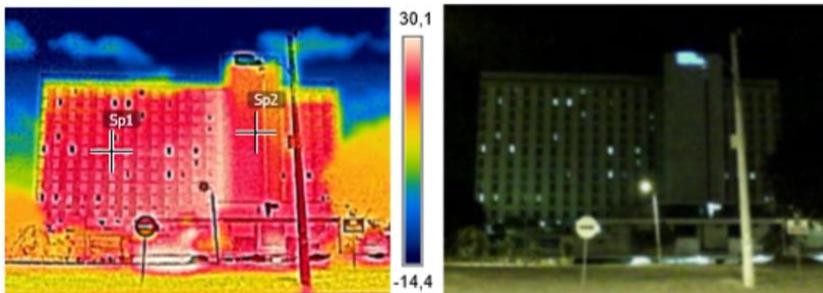


Imagem 4.10: Prédio Hotel Nacional, período da Noite.

Sp1	23,6°C	Obs: O ponto 1, locado na janela, perdeu uma quantidade maior de radiação, diminuindo a temperatura consideravelmente, porém, o ponto 2, locado em uma área em que o material é concreto, perdeu pouca radiação.
Sp2	22,9°C	
Temperatura: 29,1°C		Umidade: 38,8%

Dia:

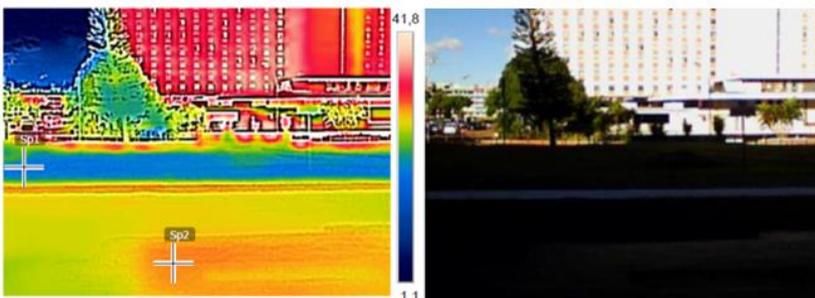


Imagem 4.11: Piso próximo ao prédio Hotel Nacional, período da Tarde.

Sp1	21,0°C	Obs: O ponto 1, locado na vegetação, apresentou mais de
-----	--------	---

Sp2	31,2°C	10 °C de diferença em relação ao ponto 2, locado no asfalto, mesmo os dois pontos estando sombreados.
-----	--------	---

Noite:

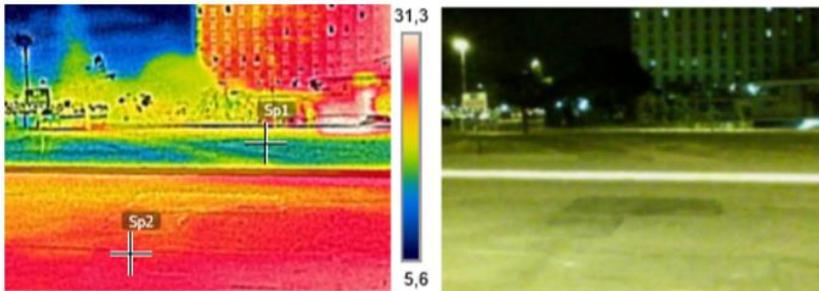


Imagem 4.12: Piso próximo ao prédio Hotel Nacional, período da noite.

Sp1	18,4°C	Obs: O ponto 2, locado no asfalto perdeu uma quantidade maior de radiação se comparado ao ponto 1, locado na vegetação.
Sp2	25,0°C	

No Comercial Sul, foram registrados dados de 4 edifícios.

Newton Rossi e Montreal: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio Newton Rossi não tem vidros, assim como o prédio Montreal. Dia:

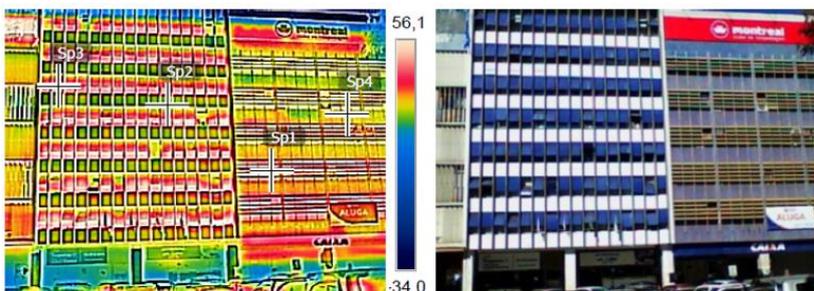


Imagem 4.13: Prédio Newton Rossi e Montreal, respectivamente, período da tarde.

Sp1	42,0°C	Obs: Os pontos 1 e 2 mostram a temperatura das janelas protegidas por brises, já os pontos 3 e 4 mostram a temperatura dos outros materiais utilizados nas fachadas dos prédios, é possível ver uma grande diferença de temperatura de uma edificação para a outra, dos pontos 1 e 3 no edifício Newton Rossi, para os pontos 2 e 4 no edifício Montreal, mesmo que ambos estejam lado a lado.
Sp2	33,9°C	
Sp3	52,2°C	
Sp4	35,6°C	
Temperatura: 31,5°C		Umidade: 31,8%

Noite:

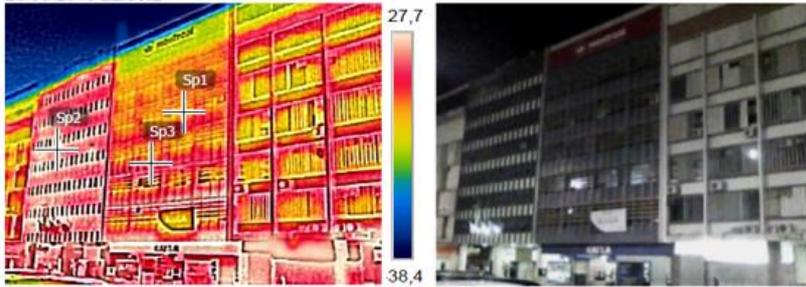


Imagem 4.14: Prédio Newton Rossi e Montreal, respectivamente, período da noite.

Sp1	22,4°C	Obs: No início noite o edifício montreal, pontos 1 e 3, teve uma diferença maior de temperatura entre os materiais, notando-se uma grande perda de radiação.
Sp2	26,4°C	
Sp3	24,0°C	
Temperatura: 28,8°C		Umidade: 38,3%

Dia:

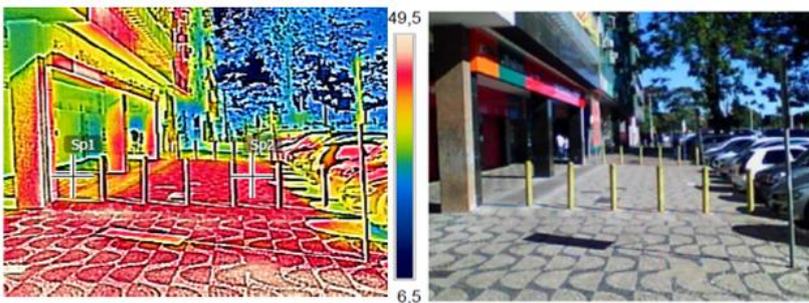


Imagem 4.15: Piso próximo ao prédio Newton Rossi e Montreal, respectivamente, período da tarde.

Sp1	34,4°C	Obs: A temperatura do piso logo a frente das edificações é maior no ponto 2, pois não tem nenhum tipo de proteção, ficando exposto ao sol durante todo o dia. Diferente do ponto 1 que em certos horários foi sombreado pelos edifícios.
Sp2	44,4°C	

Noite:

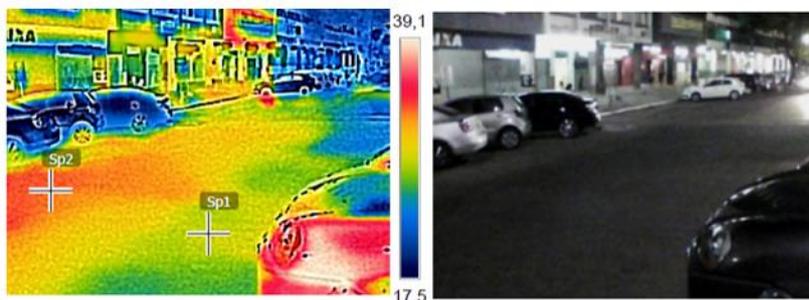


Imagem 4.16: Piso próximo ao prédio Newton Rossi e Montreal, respectivamente, período da noite.

Sp1	27,7°C	Obs: No início da noite a temperatura do piso caiu, o ponto
-----	--------	---

Sp2	30,2°C	2, que apresentou temperatura maior, está localizado mais próximo aos edifícios.
-----	--------	--

Bancorbrás: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem uma porcentagem maior de vidro em relação aos outros do SCS, aproximadamente 60%, nas janelas.

Dia:

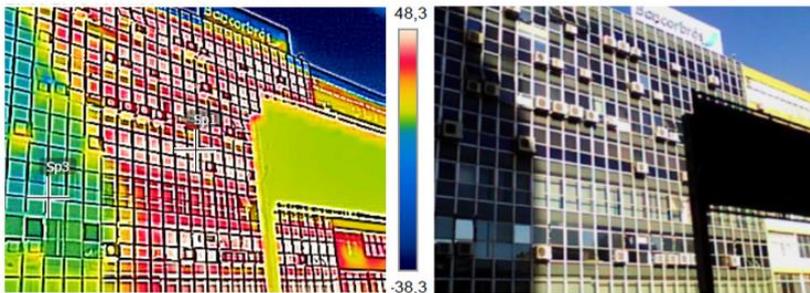


Imagem 4.17: Prédio Bancorbrás, período da tarde.

Sp1	44,5°C	Obs: O ponto 1, localizado em uma área não sombreada, marcou uma temperatura que foi dobro maior que a do ponto 2, localizado em uma área sombreada.
Sp2	21,3°C	
Temperatura: 32,6°C		Umidade: 31,9%

Noite:

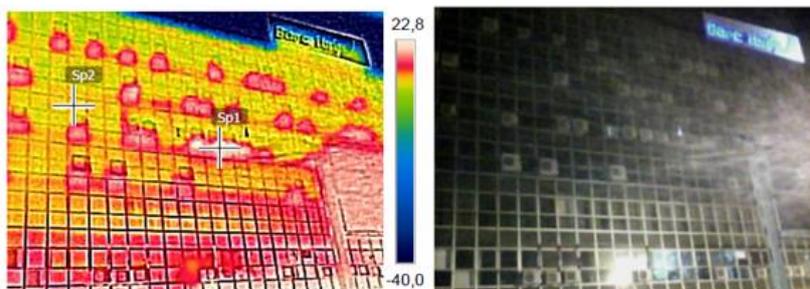


Imagem 4.18: Prédio Bancorbrás, período da noite.

Sp1	23,1°C	Obs: Durante o início da noite foi possível observar que a temperatura do ponto 1, que esteve por mais tempo exposto ao sol, caiu quase pela metade.
Sp2	14,8°C	
Temperatura: 28,7°C		Umidade: 39,0%

Dia:

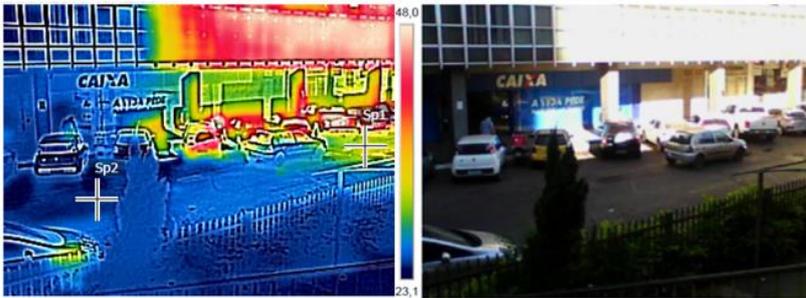


Imagem 4.19: Piso próximo ao prédio Bancorbrás, período da tarde.

Sp1	32,9°C	Obs: O piso, mesmo tendo recebido grande quantidade de sombra dos outros edifícios, ainda apresentou temperatura elevada no ponto 1.
Sp2	24,5°C	

Noite:

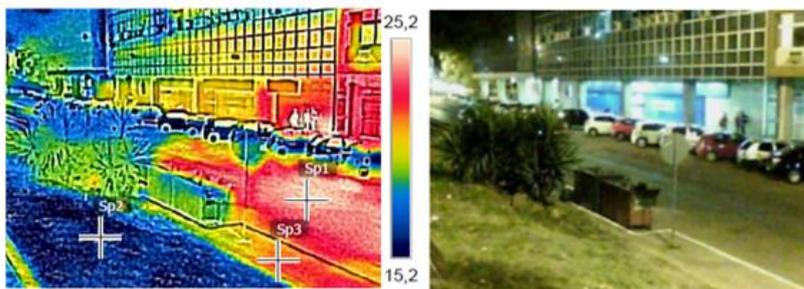


Imagem 4.20: Piso próximo ao prédio Bancorbrás, período da noite.

Sp1	24,4°C	Obs: Durante a noite foi possível notar que a calçada, ponto 3, mais próxima a vegetação, ponto 2, tem uma temperatura um pouco menor que a do asfalto, ponto 1. Houve pouca diferença entre a temperatura do piso durante o dia e da temperatura durante o início da noite.
Sp2	16,1°C	
Sp3	21,9°C	

Camargo Corrêa: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio não apresenta vidros, já que os mesmos são protegidos pelos brises.

Dia:

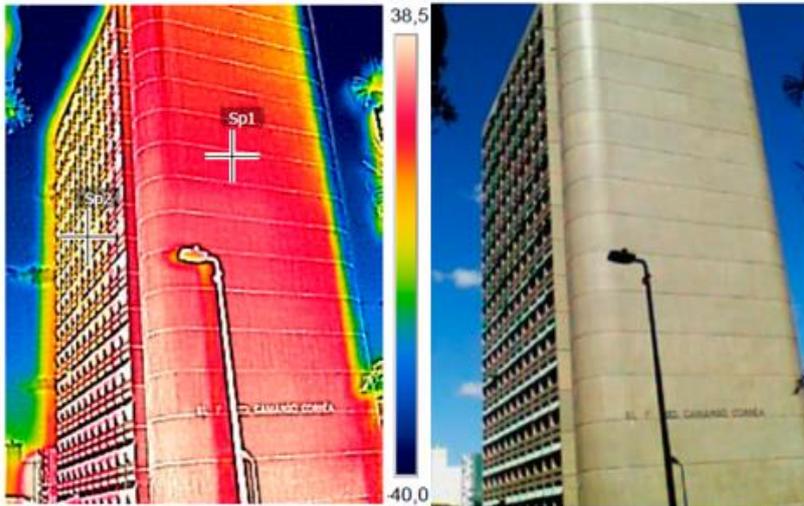


Imagem 4.21: Prédio Camargo Corrêa, período da tarde.

Sp1	37,9°C	Obs: É possível notar uma diferença de quase 10 °C entre os pontos 1 e 2, causada pela orientação da edificação e pela diferença de materiais.
Sp2	27,7°C	
Temperatura: 32,1°C		Umidade: 32,3%

Noite:

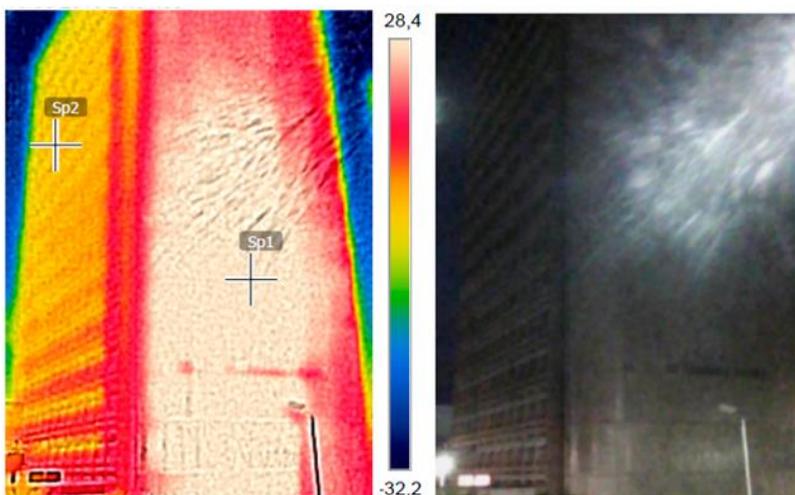


Imagem 4.22: Prédio Camargo Corrêa, período da noite.

Sp1	29,2°C	Obs: Pela propriedade do material utilizado no revestimento, o edifício perde radiação mais lentamente, principalmente no ponto 1 que ficou mais e por mais tempo exposto ao sol.
Sp2	21,1°C	
Temperatura: 28,6°C		Umidade: 39%

Dia:

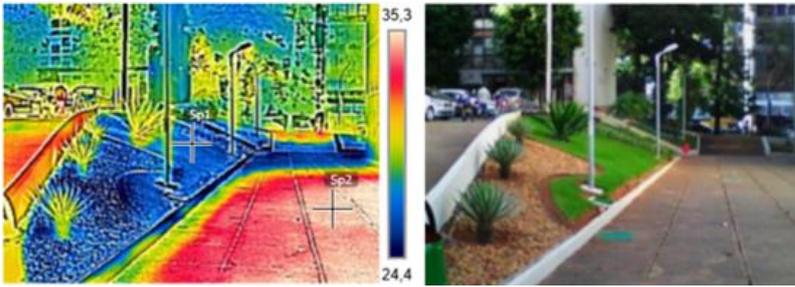


Imagem 4.23: Piso próximo ao prédio Camargo Corrêa, período da tarde.

Sp1	27,5°C	Obs: O ponto 2, localizado na vegetação apresentou uma temperatura 7,3°C menor que o ponto 1, sem vegetação.
Sp2	34,8°C	

Noite:

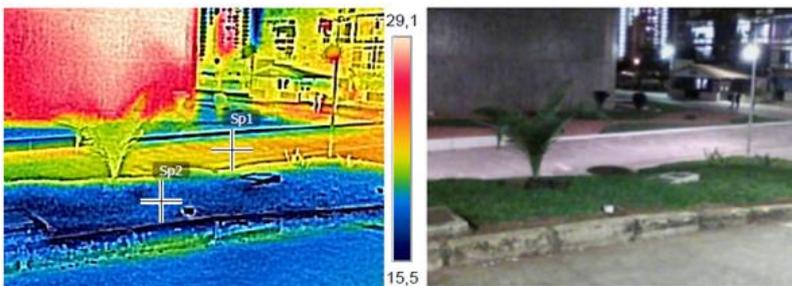


Imagem 4.24: Piso próximo ao prédio Camargo Corrêa, período da noite.

Sp1	22,7°C	Obs: No início da noite a temperatura do ponto 1, localizado na calçada, teve uma perda de 12,1°C, o ponto 2, localizado na vegetação, tinha uma temperatura menor durante o dia, porém perdeu menos radiação em comparação ao ponto 1.
Sp2	18,2°C	

Composto por fachadas com protetores solares e contendo uma quantidade pequena de vidro o Setor Comercial Sul (SCS) tem uma temperatura média da superfície de suas fachadas em torno de 36,9°C durante o dia. É possível notar também que o tipo de proteção solar influencia na temperatura das fachadas.

O Setor Hoteleiro Sul (SHS) tem uma média de temperatura de 34,4°C, próxima a apresentada pelo SCS. Nesse setor também há pouca utilização dos vidros nas fachadas, em sua maioria os vidros foram utilizados somente nas janelas, outros edifícios apresentam varandas.

No período da noite a temperatura da superfície das edificações cai, chegando a uma média de 23°C no Setor Comercial Sul, tendo uma diferença de 13,8°C do horário da tarde para o início da noite. O Setor Hoteleiro Sul também

apresenta uma média de 23°C, tendo uma diferença de 11,4°C, mostrando uma perda menor da radiação em comparação ao SCS, isso significa que os edifícios do SCS estão emitindo para o ambiente uma quantidade maior da radiação absorvida durante o dia.

Logo abaixo dos edifícios, nos locais onde não há vegetação, a temperatura do piso é mais elevada, nos locais onde não há proteção solar, a superfície absorve uma quantidade maior de radiação. Durante o dia a temperatura média dessas superfícies no SCS é de 34,1°C, porém em áreas vegetadas ou sombreadas essa temperatura pode chegar a ser 6,6°C mais baixa. Durante a noite a temperatura cai, as áreas sem vegetação apresentam uma temperatura de 25,3°C e a diferença entre a temperatura do piso e das áreas vegetadas aumenta para 8,1°C. O SHS apresenta temperaturas mais amenas, em comparação com o SCS, tendo uma média de 29,3°C durante o dia e uma diferença de 7,5°C entre as áreas vegetadas ou sombreadas e pavimentadas. No período de início da noite a temperatura média cai para 22,9°C e a diferença entre as áreas vegetadas ou sombreadas e pavimentadas diminui para 1,3°C.

Comparando-se as médias de temperatura e umidade do SHS e do SCS o Setor Hoteleiro Sul é um pouco mais quente com 31,8°C durante o dia, porém tem uma porcentagem maior de umidade, com 32,6%. O Setor Comercial Sul apresentou uma temperatura média de 31,7°C e umidade com 32%, no dia da pesquisa. Durante a noite manteve-se o padrão, o SHS apresentou uma temperatura média de 28,8°C e umidade 39%, o SCS apresentou uma temperatura média de 28,7°C e umidade de 38,7%.

No Hoteleiro Norte, foi registrado dados de 3 edifícios.

Hotel Athos Bulcão: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem uma porcentagem de aproximadamente 70% de vidro.

Dia:

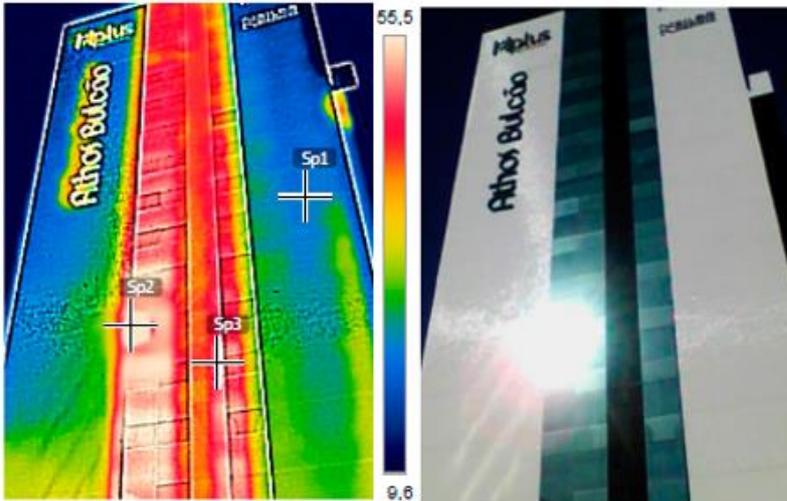


Imagem 4.25: Prédio Athos Bulcão, período da tarde.

Sp1	27,7°C	Obs: O ponto 2 está localizado em um ponto de refletancia do sol e absorveu uma grande quantidade de radiação, que fez com que sua temperatura ultrapassasse os 100°C.
Sp2	143,7°C	
Sp3	51,7°C	
Temperatura: 32,2°C		Umidade: 31,2%

Noite:

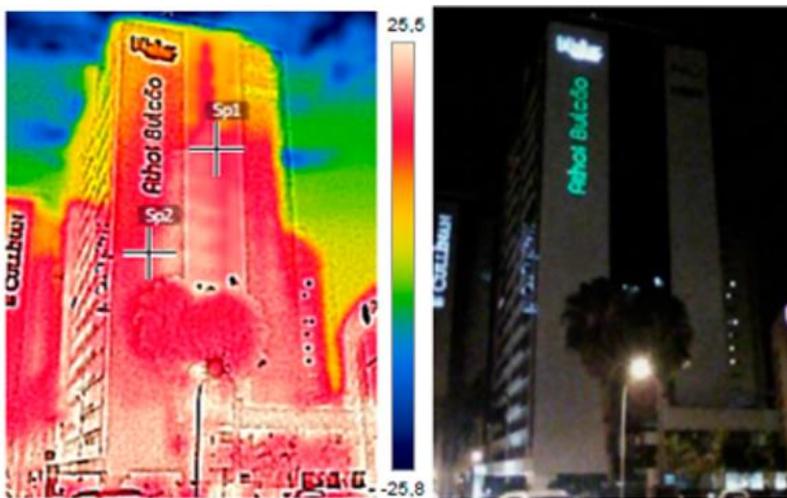


Imagem 4.26: Prédio Athos Bulcão, período da noite.

Sp1	22,4°C	Obs: O ponto 1, com seu revestimento de vidro, tem uma temperatura parecida com as placas cerâmicas utilizadas nas outras áreas da pele envoltória.
Sp2	22,9°C	
Temperatura: 28,1°C		Umidade: 38,8%

Dia:

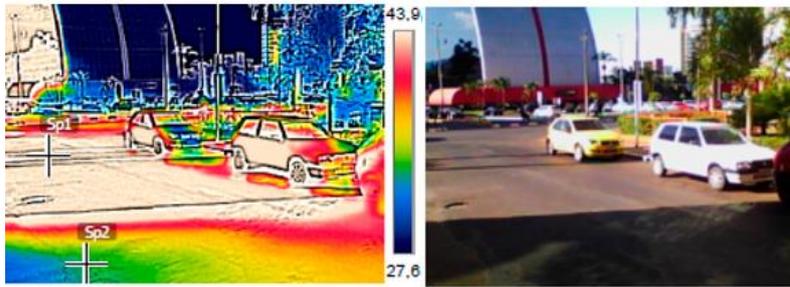


Imagem 4.27: Piso próximo ao prédio Athos Bulcão, período da tarde.

Sp1	48,1°C	Obs: A parte sombreada pelo edifício, ponto 2, apresentou uma temperatura mais baixa que a do ponto 1, exposto ao sol.
Sp2	33,6°C	

Noite:

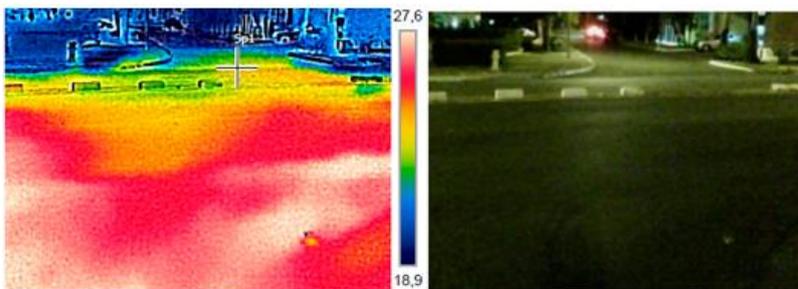


Imagem 4.27: Piso próximo ao prédio Athos Bulcão, período da noite.

Sp1	24,6°C	Obs: No início da noite a temperatura caiu, chegando a ser quase metade do valor mais alto registrado durante a tarde.
-----	--------	--

Caixa Econômica Federal: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio é 100% coberto por vidro.

Dia:

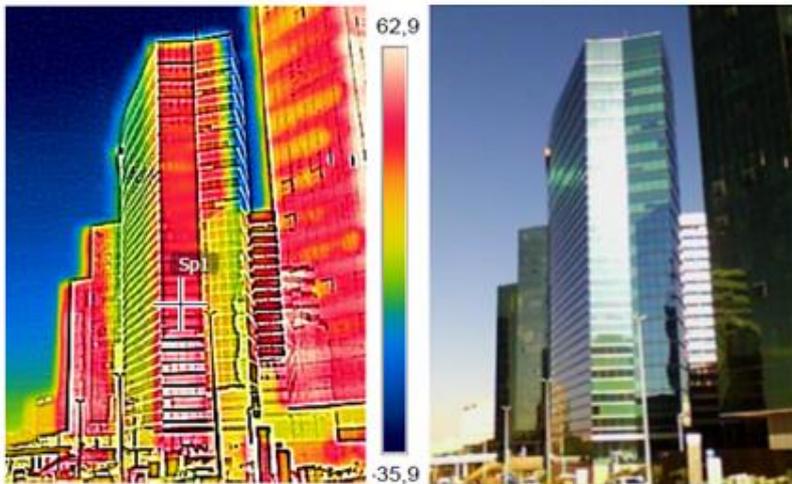


Imagem 4.28: Prédio Caixa Econômica Federal, período da tarde.

Sp1	48,6°C	Obs: O edifício manteve sua temperatura elevada durante o dia, sem muita diferença de um ponto a outro.
Temperatura: 32°C		Umidade: 30,8%

Noite:

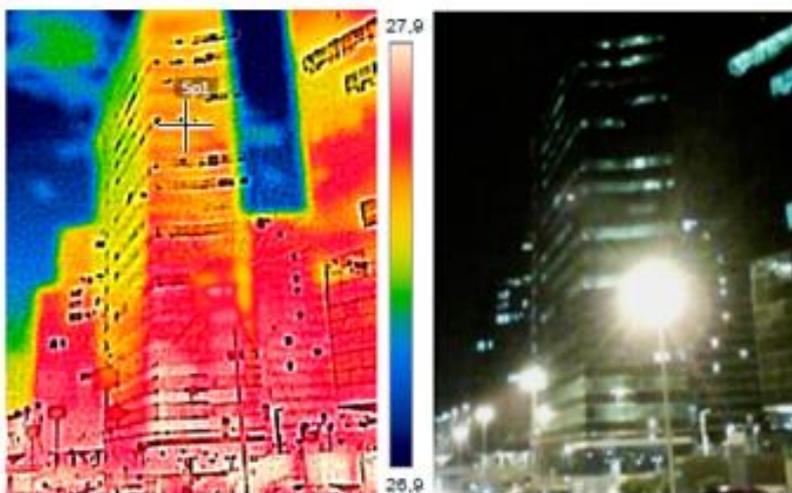


Imagem 4.29: Prédio Caixa Econômica Federal, período da noite.

Sp1	17,1°C	Obs: No início da noite a temperatura diminuiu consideravelmente em relação ao período da tarde, cerca de 31,5°C
Temperatura: 28,2°C		Umidade: 38,3%

Dia:

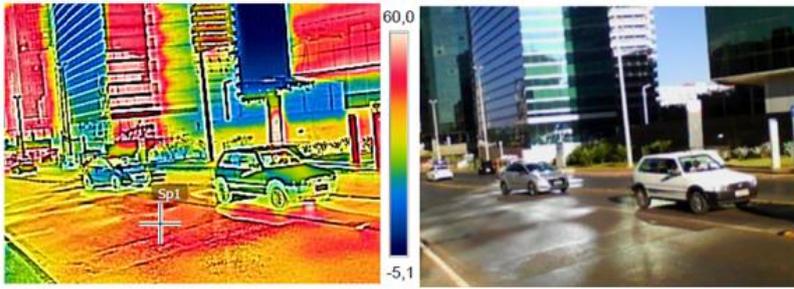


Imagem 4.30: Piso próximo ao prédio Caixa Econômica Federal, período da tarde.

Sp1	44,3°C	Obs: A falta de proteção solar e o alto fluxo de carros favoreceram para aumento da temperatura e absorção da radiação solar nas proximidades.
-----	--------	--

Noite:

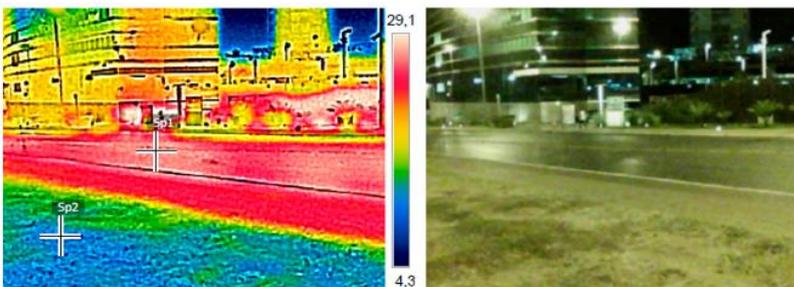


Imagem 4.31: Piso próximo ao prédio Caixa Econômica Federal, período da noite.

Sp1	26,6°C	Obs: A diferença de temperatura registrada durante a noite no piso não diminuiu tanto quanto a temperatura da edificação, por conta da propriedade dos materiais.
Sp2	16,7°C	

Hotel Cullinan: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem aproximadamente 50% da sua cobertura em vidro.

Dia:

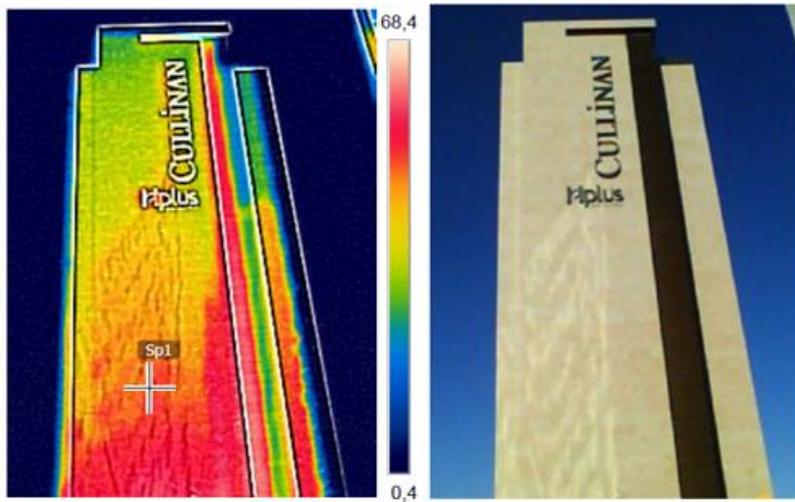


Imagem 4.32: Prédio Cullinan, período da tarde.

Sp1	44,4°C	Obs: Não houve muita diferença de temperatura entre os pontos da fachada.
Temperatura: 31,7°C		Umidade: 31,2%

Noite:

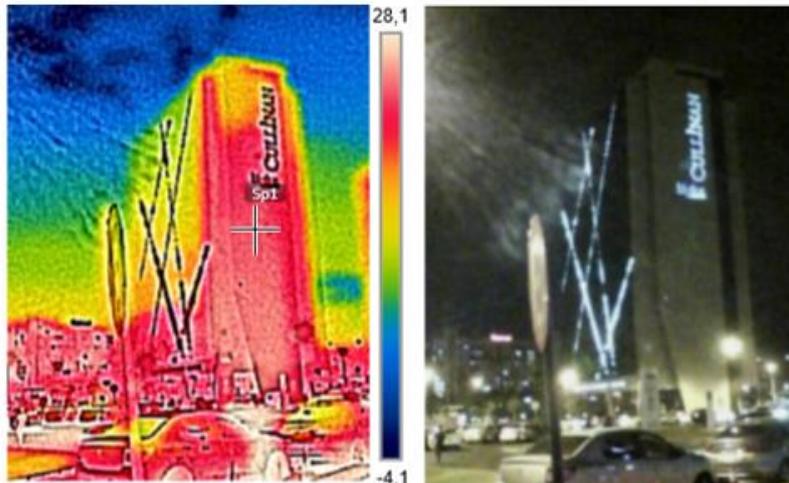


Imagem 4.32: Prédio Cullinan, período da noite.

Sp1	24,2°C	Obs: Durante a noite a temperatura chegou a marcar quase a metade da temperatura apresentada durante o dia.
Temperatura: 28,1°C		Umidade: 38,8%

Dia:

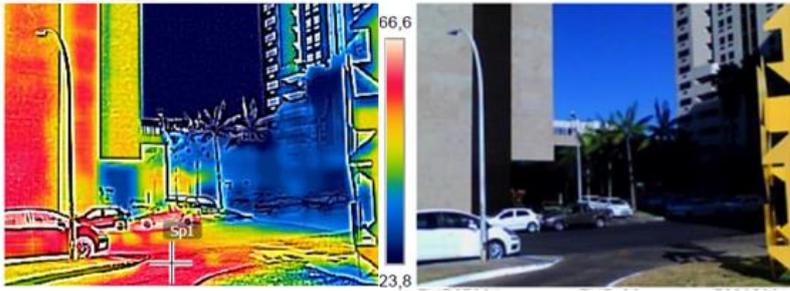


Imagem 4.32: Piso próximo ao prédio Cullinan, período da tarde.

Sp1	52,7°C	Obs: O local apresentou o índice mais alto de temperatura em relação aos outros pontos selecionados para a pesquisa.
-----	--------	--

Noite:

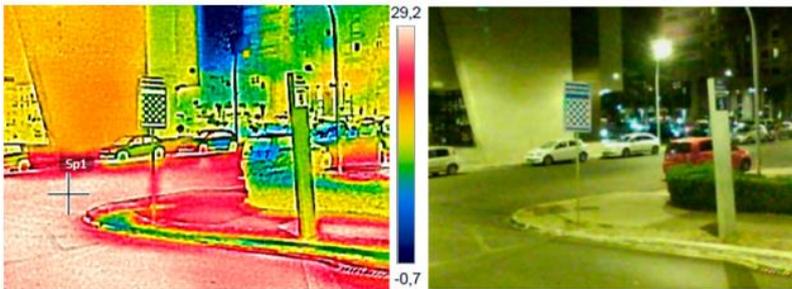


Imagem 4.33: Piso próximo ao prédio Cullinan, período da noite.

Sp1	28,8°C	Obs: No início da noite a temperatura diminuiu quase 30°C em relação ao período da tarde.
-----	--------	---

No Comercial Norte, foram registrados dados de 3 edifícios.

Brasília Shopping: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem aproximadamente 80% da sua cobertura em vidro.

Dia:

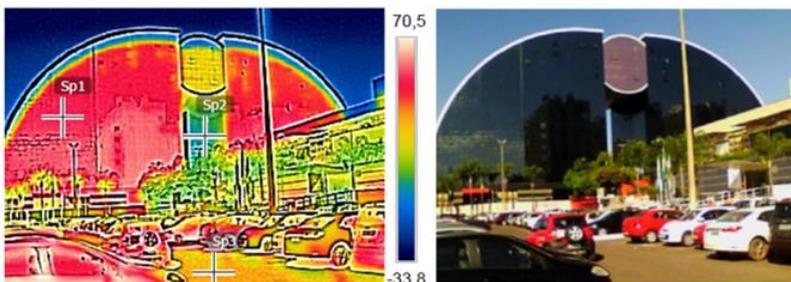


Imagem 4.34: Prédio Brasília Shopping, período da tarde.

Sp1	55,3°C	Obs: O ponto 1 e 3, mais expostos ao sol, tiveram uma mais
-----	--------	--

Sp2	22,1°C	alta temperatura registrada, enquanto o ponto 2 que estava sombreado registrou uma temperatura bem menor.
Sp3	46,2°C	
Temperatura: 32°C		Umidade: 31,3%

Noite:

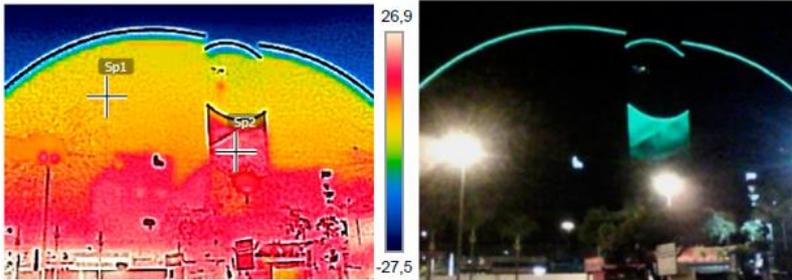


Imagem 4.35: Prédio Brasília Shopping, período da noite.

Sp1	16,3°C	Obs: Com boa parte da fachada envidraçada o Brasília Shopping apresentou uma grande redução na temperatura, o ponto mais quente absorveu energia da iluminação do próprio edifício.
Sp2	21,7°C	
Temperatura: 28,4°C		Umidade: 38,4%

Dia:

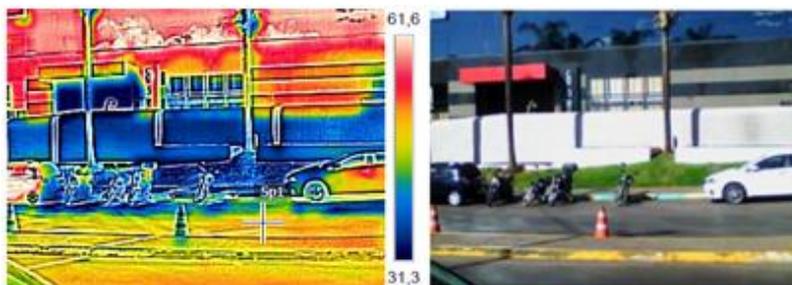


Imagem 4.36: Piso próximo ao prédio Brasília Shopping, período da tarde.

Sp1	50,0°C	Obs: O piso a frente do edifício, que não apresenta proteções solares, absorve muita radiação e tem o valor mais alto registrado na pesquisa.
-----	--------	---

Noite:

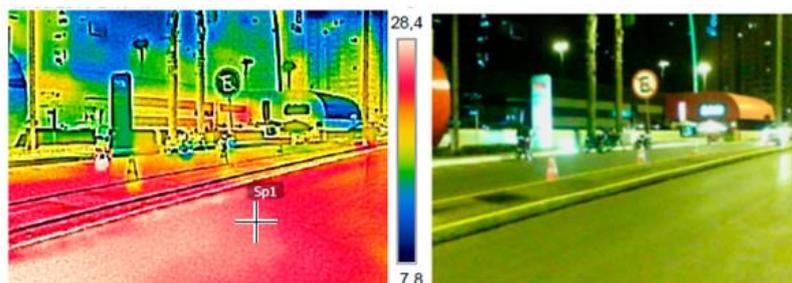


Imagem 4.37: Piso próximo ao prédio Brasília Shopping, período da noite.

Sp1	27,0°C	Obs: Em comparação com o dia, já no início da noite o piso perdeu bastante radiação, apresentando uma temperatura menor, em quase a metade, do valor apresentado durante o dia.
-----	--------	---

Centro Empresarial Varig: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio utilizou pelo menos 3 tipos de revestimento, tem a menor porcentagem de vidro, aproximadamente 30%, se comparado aos prédios selecionados do setor Norte.

Dia:

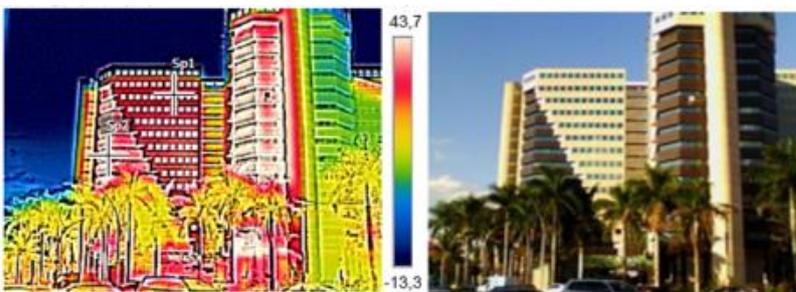


Imagem 4.38: Prédio Centro Empresarial Varig, período da tarde.

Sp1	36,9°C	Obs: O edifício Varig, em comparação aos outros do SCN, tem uma quantidade pequena de vidros em sua fachada, porém, a quantidade existente tem uma temperatura elevada.
Sp2	46,1°C	
Temperatura: 31,7°C		Umidade: 31,7%

Noite:

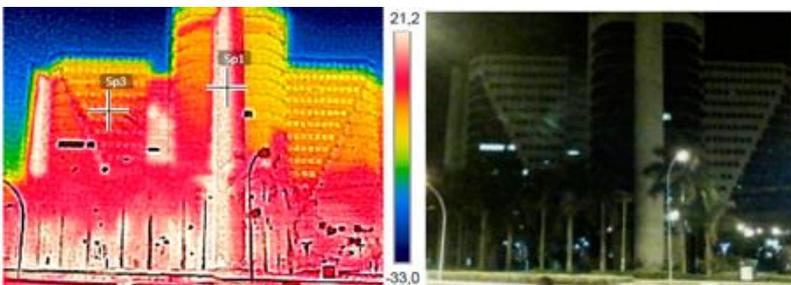


Imagem 4.39: Prédio Centro Empresarial Varig, período da noite.

Sp1	21,0°C	Obs: No início da tarde a temperatura mais alta, ponto 1, é causada pelo material utilizado, que perde mais lentamente a radiação absorvida.
Sp2	18,1°C	

Temperatura: 27,6°C	Umidade: 41,6%
---------------------	----------------

Dia:

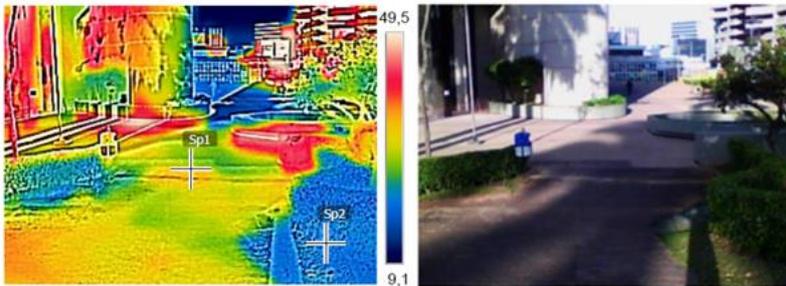


Imagem 4.40: Piso próximo ao prédio Centro Empresarial Varig, período da tarde.

Sp1	32,7°C	Obs: O piso com algumas áreas verdes possui uma temperatura mais amena se comparada as outras do setor.
Sp2	26,3°C	

Noite:

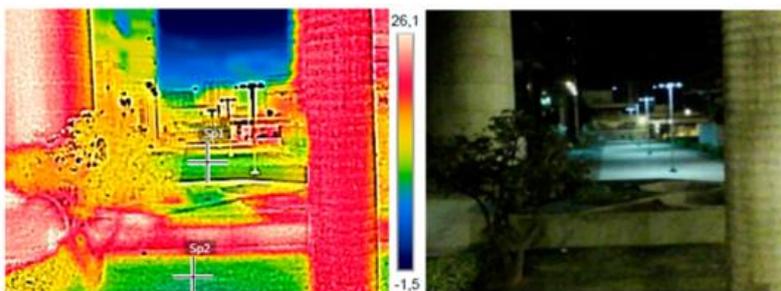


Imagem 4.41: Piso próximo ao prédio Centro Empresarial Varig, período da noite.

Sp1	16,3°C	Obs: Durante a noite a temperatura caiu pela metade na área em que há concreto, ficando com uma temperatura próxima a da vegetação.
Sp2	16,0°C	

Corporate Financial Center: Na fachada, sendo considerada a primeira pele, o prédio tem aproximadamente 80% da sua cobertura em vidro.

Dia:

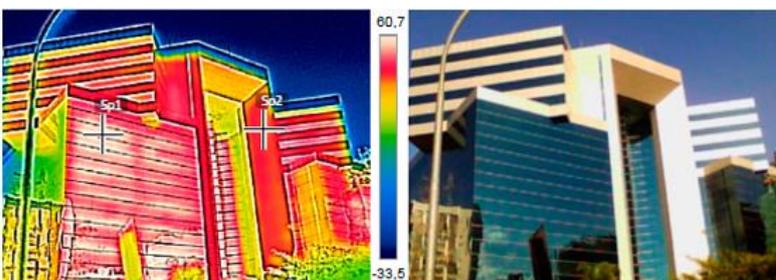


Imagem 4.42: Prédio Corporate Financial Center, período da tarde.

Sp1	57,9°C	Obs: O ponto 1, mais quente, está localizado em uma área coberta por vidros, o ponto 2, com um revestimento de placas cerâmicas, também tem temperatura elevada, apesar de ser mais baixa que o ponto 1.
Sp2	48,2°C	
Temperatura: 31,2°C		Umidade: 28,1%

Noite:

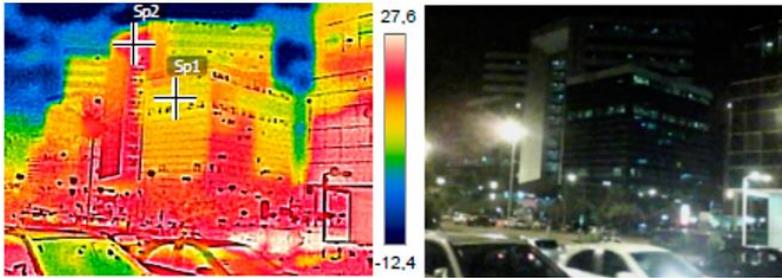


Imagem 4.42: Prédio Corporate Financial Center, período da noite.

Sp1	16,1°C	Obs: Os dois pontos perderam bastante radiação, sendo o vidro, ponto 1, o que perdeu mais, ultrapassando os 40°C.
Sp2	21,2°C	
Temperatura: 28,1°C		Umidade: 39,1%

Dia:

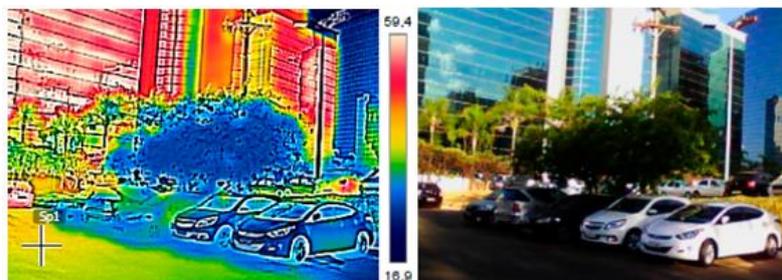


Imagem 4.43: Piso próximo ao prédio Corporate Financial Center, período da tarde.

Sp1	41,7°C	Obs: A temperatura elevada do local se deve tanto a pouca vegetação quanto ao fato de ser um estacionamento, que ajuda na absorção da radiação solar.
-----	--------	---

Noite:

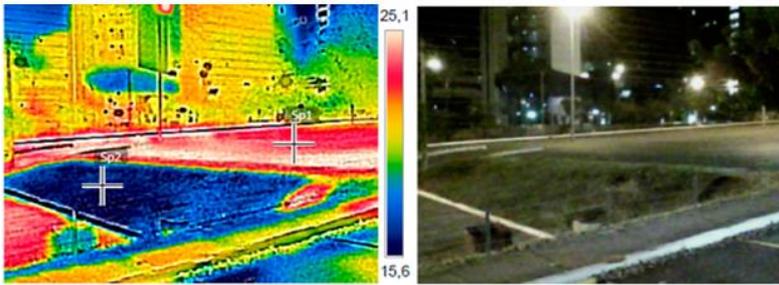


Imagem 4.44: Piso próximo ao prédio Corporate Financial Center, período da noite.

Sp1	23,4°C	Obs: No início noite a temperatura do ponto 1 diminuiu bastante, mas ainda é alta se comparada a pontos com vegetação, ponto 2.
Sp2	16,3°C	

Diferentemente do Setor Comercial Sul, o Setor Comercial Norte (SCN) tem em sua maioria prédios com fachadas envidraçadas e refletivas, sem nenhum tipo de proteção solar como os brises. A temperatura média da superfície de suas fachadas, durante o dia, é de 48,4°C. Assim como o SCN, o Setor Hoteleiro Norte (SHN) tem muitos edifícios que utilizam vidro como pele envoltória, poucos adotaram o uso de varandas, tendo temperatura média de 43,1°C.

Com a grande utilização dos vidros nas fachadas, a temperatura média das edificações cai mais rapidamente, já que o vidro é um material que absorve e expelle mais rapidamente as radiações. No período da noite a temperatura média no SCN é de 19,1°C e no SHN é de 21,7°C. Fazendo um comparativo entre os dois setores é possível notar que o SCN utiliza uma quantidade maior de vidro nas fachadas e, por isso, a temperatura registrada no início da noite nas superfícies é menor que a do SHN.

Durante o dia a temperatura média registrada nas superfícies dos pisos no Setor Comercial Norte foi de 41,5°C e de 44,7°C no Setor Hoteleiro Norte, no início da noite a temperatura registrada foi de 22,2°C no SCN e de 26,7°C no SHN.

Realizando o mesmo comparativo entre as médias de temperatura e umidade feito no Setor sul, foi possível ver que assim como no Sul o SHN é um pouco mais quente que o SCN, com 31,9°C durante o dia, porém a porcentagem de umidade também é menor, com 31%. O Setor Comercial Norte apresentou uma temperatura

média de 31,8°C e umidade com 31,4%, no dia da pesquisa. Durante a noite manteve-se o padrão, o SHS apresentou uma temperatura média de 28,2°C e umidade 38,5%, o SCS apresentou uma temperatura média de 28°C e umidade de 39,7%.

Apesar da maioria dos edifícios dos Setores Comercial e Hoteleiro Sul não terem tantas fachadas utilizando o vidro como pele envoltória, existe uma minoria que utiliza do vidro como elemento da fachada, porém, em menor quantidade se comparado aos encontrados nos Setores Comercial e Hoteleiro Norte.

Durante o dia é possível notar uma diferença na temperatura média das superfícies das edificações nos setores Norte, em comparação aos setores Sul, de 10°C, onde os setores Norte têm a temperatura mais elevada. Durante a noite, o setor mais quente é o Sul, tendo uma diferença de 3°C, justificado pela demora na perda da radiação que foi absorvida durante o dia, onde materiais como o concreto absorvem menos e perdem mais lentamente, diferentemente do vidro, que absorve mais, porém, perde rapidamente.

O microclima dos dois setores tiveram uma variação pequena da temperatura e na umidade nos horários em que foi realizada a pesquisa. Foi possível notar que, apesar da pouca diferença, durante o dia, o Setor Norte tem temperatura mais elevada que o Setor Sul e umidade mais baixa, porém, durante a noite o Setor Sul é quem apresenta temperatura mais alta e umidade mais baixa.

5. CONCLUSÕES

Brasília é uma cidade jovem, portanto em sua maioria os prédios são modernistas, apresentando plantas livres, pilotis, janela em fita e, rejeitando estilos tradicionalmente usados em outras cidades, Brasília trouxe muitas curvas, desenhadas principalmente por Oscar Niemeyer. E como cidade modernista há uma grande valorização da simplicidade das formas e geometrias, além dos materiais utilizados como concreto aparente, aço e o vidro que foi o foco desta pesquisa. Apesar de apresentar muitos traços modernistas na arquitetura da cidade, a arquitetura está sempre se renovando e com isso novos estilos arquitetônicos foram sendo utilizados

na cidade. Vem crescendo o uso da arquitetura contemporânea, com o uso maior das tecnologias e tendências atuais e high tech, com ideias mais racionais e preocupações com o conforto ambiental, trazendo novos elementos, proporções diferenciadas, mistura de formas e de materiais.

A arquitetura passou também a ter um pensamento mais sustentável, sendo a arquitetura bioclimática um exemplo, focando em ambientes que controlarão as variáveis do meio ambiente, aproveitando seus elementos construtivos e o entorno, levando em consideração também a cultura do local. A forma em que os edifícios são dispostos e a proporção entre altura e espaços existentes influencia diretamente no impacto da radiação solar no clima. Regiões com maior porosidade são mais ventiladas, tem renovação de ar, melhores trocas térmicas e possibilidade de ventilação cruzada. A diferença de altura entre as edificações permite a entrada de luz natural e melhora o comportamento dos ventos, o uso dessas técnicas ajuda a evitar a necessidade de condicionadores mecânicos ou outros recursos tecnológicos.

No estudo realizado, foi concluído que durante o dia a grande utilização do vidro nas fachadas afeta o microclima, deixando o ambiente, a superfície terrestre e dos prédios mais quentes. Causam também desconforto visual para os pedestres devido ao ofuscamento excessivo dos espelhos, fato que não ocorre em fachadas que utilizam proteções solares ou concreto em seu revestimento.

Vidros com grande eficiência energética são bem mais caros e pouco utilizados. Os vidros com baixa eficiência energética estimulam o uso do ar condicionado, que também propiciam o aquecimento do ar. Em dias quentes, a reflexão do calor, que aumenta pelo uso do vidro, esquenta o ar. O calor vem do aumento da absorção da radiação solar pelas superfícies que retém o calor, as superfícies urbanas também são secas, fato que é agravado pela falta de áreas verdes e corpos hídricos, gerando acúmulo de energia, que aquece ainda mais o ar.

Apesar de aumentar a temperatura do microclima local, durante a noite esse microclima não é afetado diretamente por conta do vidro utilizado nas fachadas. As ilhas de calor da maneira tradicional, no período da noite, existem tanto no Setor Norte quanto no Setor Sul. Isso ocorre pela configuração do espaço, com excesso de superfícies construídas, tanto das edificações quanto do asfalto e calçadas, sendo agravada pela quantidade de carros no local, além da pouca quantidade de vegetação

existente no local, que não fornecem grandes proteções solares ou aumento da umidade.

A Asa Sul sendo mais antiga que a Asa Norte, contém mais árvores, pouca quantidade de fachadas espelhadas e um maior uso de proteções solares, evitando também o desconforto visual pelo ofuscamento. Além disso apresenta grandes áreas que ficam protegidas do sol por suas edificações amenizando a sensação térmica causada pelas ilhas de calor.

Com os resultados obtidos pelas pesquisas realizadas, o que ocorre no Setor Norte é o que podemos chamar de ilhas de calor diurna, causada pela alta refletância dos raios solares pelas fachadas envidraçadas e espelhadas que são absorvidos pelo piso, gerando um aumento na temperatura das superfícies e do ambiente e diminuindo a umidade, gerando maior desconforto térmico.

Futuras pesquisas poderiam confirmar se há um maior consumo de ar condicionados, elevando o nível de consumo energético, causados pela escolha do revestimento externo da fachada. Comparações entre o vidro espelhado e o uso de outros materiais. Se há maior degradação ambiental pelo uso do ar condicionado, elevações de custos de contas e manutenção da edificação.

Para melhorar e diminuir as ilhas de calor é importante a utilização da vegetação, que faz com que o solo sombreado não receba radiação solar direta e, por consequência, tenha uma menor absorção e emissividade da radiação, além de aumentar a umidade do local. O ideal para melhorar o microclima seria a utilização de coberturas inclinadas e fachadas irregulares, que faz com que os efeitos da reflexão solar sejam amenizados, além de utilizar materiais e cores pouco refletivos. É importante levar em consideração a ventilação do ambiente, inclusive durante a noite. A ventilação ajuda a diminuir o calor acumulado durante o dia, diminuindo a emissão da radiação durante a noite, sendo um fator importante para o resfriamento do espaço aberto e da pele envoltória do edifício.

O uso de elementos de sombreamento e controle da radiação intercepta a energia no local correto antes de atingir a edificação, fazendo o calor ser obstruído, refletido e dissipado para o ar externo; além de atuar de forma eficiente, os elementos de controle trazem expressão para a edificação. É possível minimizar as perdas ou ganhos de calor pelo balanço energético das janelas.

A redução das ilhas de calor traz muitos benefícios para as comunidades, como a redução de temperatura, a utilização de superfícies mais frescas e sombreadas pode gerar uma diminuição da temperatura média em mais de 14°C. Pode gerar economia de energia, pois edifícios com ambientes mais amenos gastam menos energia com arrefecimento e geram melhorias na qualidade do ar. Cidades que necessitam de menos energia, produzem menos poluição geradas pelas usinas elétricas e com mais vegetação removem mais poluentes do ar. Melhoram o conforto humano e a saúde, diminuem problemas relacionados ao calor, a qualidade do ar e a problemas com a exposição solar. Pavimentações permeáveis, juntamente com mais árvores e vegetações, reduzem inundações. O escoamento superficial leva poluentes para riachos locais, degradando a vida aquática. Trazem ainda benefícios para a qualidade de vida, para a melhoria dos ecossistemas, da estética urbana e diminuição de ruídos.

O aumento da temperatura em cidades tropicais causa desconforto térmico a população, porém, em cidades com clima temperado, as ilhas de calor podem gerar conforto térmico. Paris é um exemplo de tal situação. O aumento da temperatura fez com que o inverno se tornasse mais ameno e, por isso dificilmente está nevando, porém, apesar dos benefícios, as ilhas de calor ainda provocam o aumento da poluição atmosférica e da chuva ácida.

Várias medidas podem ser tomadas para diminuir a incidência de ilhas de calor, porém muitas vezes não são adotadas por falta de conhecimento sobre as ilhas de calor em geral, sobre o que pode ser feito e os benefícios gerados. É necessário educar as pessoas, motivar e divulgar, realizar programas que tenham parcerias do governo, de indústrias, de ONGs ou da comunidade, que incentive o uso de materiais de maneira mais consciente, o plantio de árvores e uma arquitetura bioclimática.

6. REFERÊNCIAS

BORDEIRA, J. A. S.; BASTOS, L. E. G.; QUEIROZ T. C. F.; Utilização de película reflexiva em fachadas envidraçadas de edifício situado em local de clima tropical úmido de altitude. ENCAC – ENLAC. 2005.

CANTUÁRIA, G. A. C.; GUEDES, M. C. Sustainable high rise Buildings in urban zone: The increasing demand on high-rise Buildings. 1º Edição. Ali Sayigh. 2017.

CANTUÁRIA, G. A. C.; ROMERO, M. A. B. Urban Heat Island in Residential Areas of Brasília. Artigo Científico. 2014.

DUTRA, L.; LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. O. R.; Eficiência energética na arquitetura. 3º edição. Pro Livros. 2004.

FRANÇA, R. A.; PERES, L. F.; SENA, C. A. P. Estudo da Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro Usando Dados do MODIS. Artigo Científico. UFRJ. 2014.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. 1º Edição. Oficina de Textos. 2010.

ROMERO, M. A. B. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. Artigo Científico. UnB. 2010.

ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. 1º Edição. UnB. 2013.

WESTPHAL, F. S. Desempenho térmico edificações: fachadas envidraçadas, projeto e simulação computacional. Aula Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFSC.

Sites:

AUGUSTO O. Brasília se torna a terceira maior capital do país, com 3 mi de habitantes. 2017. Disponível em:

<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2017/08/31/interna_cidad_esdf,622269/brasil-se-torna-a-terceira-maior-capital-do-pais-com-3-mi-de-habita.shtml> Acessado em: 09/03/2018.

CEBRACE. A história do vidro. 2015. Disponível em:

<<http://www.cebrace.com.br/#!/enciclopedia/interna/a-historia-do-vidro>> Acessado em: 03/04/2018.

CEBRACE. Os tipos de vidro. 2015. Disponível em:

<<http://www.cebrace.com.br/#!/enciclopedia/interna/os-tipos-de-vidro>> Acessado em: 03/04/2018.

CEBRACE. Catálogo de produtos. 2015. Disponível em:

<<http://www.cebrace.com.br/#!/downloads/catalogos-de-produtos>> Acessado em: 03/04/2018.

G1. Cidade de São Paulo é considerada uma ilha de calor. 2011. Disponível em:

<<http://glo.bo/dLP25D>> Acessado em: 16/02/2018.

LAMM N. Why Are Cities Hotter Than Surrounding Areas?. 2013. Disponível em:

<<https://www.storagefront.com/therentersbent/why-are-cities-hotter-than-surrounding-areas/>> Acessado em: 22/06/2018.

NAKAMURA J. Vidros para fachadas de edifícios corporativos. 2014. Disponível em:

<<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/238/artigo304265-3.aspx>> Acessado em: 10/04/2018.

NATÁLIA M. Nova York e sua ilha de calor. 2010. Disponível em:

<<http://blogdamarianatalia.blogspot.com/2011/12/nova-yorque-e-sua-ilha-de-calor.html>> Acessado em: 16/02/2018.

POLON, L. Ilhas de Calor. 2014. Disponível em:

<<https://www.estudopratico.com.br/ilhas-de-calor/amp/>> Acessado em: 18/02/2018.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. IPP lança aplicativo que permite identificar ilhas de calor do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em:

<<http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp/exibeconteudo?id=6454106>> Acessado em: 07/03/2018.

RAWN E. Mestres dos Materiais: Vidro é Mais com Mies Van der Rohe. 2016.

Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/794679/mestres-dos-materiais-vidro-e-mais-com-mies-van-der-rohe>> Acessado em: 10/04/2018.

REYNOLDS L. Uma Introdução às 'Ilhas de Calor' Urbanas do Rio. 2015. Disponível em: <<http://rionwatch.org.br/?p=17193>> Acessado em: 07/03/2018.

SUPER INTERESSANTE. Ilhas de calor em São Paulo: pontos quentes da cidade.

2016. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ideias/ilhas-de-calor-em-sao-paulo-pontos-quentes-da-cidade/>> Acessado em: 07/03/2018.

UOL EDUCAÇÃO. Clima: Influência da latitude, altitude e albedo. Disponível em:

<<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/clima-influencia-da-latitude-altitude-e-albedo.htm>> Acessado em: 07/03/2018.