

Joana Carla Soares
Gonçalves



NOVO AMBIENTE DE TRABALHO: DIVERSIDADE AMBIENTAL E FLEXIBILIDADE DO ESPAÇO

RESUMO

O impacto ambiental, acompanhado pela demanda energética e pelos problemas de conforto e saúde nos edifícios da caixa de vidro e do ambiente artificial inspiraram, no início da década de 1990, a criação de novos paradigmas arquitetônicos para a tipologia do edifício de escritório. Porém, vale destacar que as considerações para com a ventilação como iluminação natural eram marcantes já nas obras ícones das primeiras décadas do modernismo internacional. No Brasil, a arquitetura modernista produzida entre as décadas de 1930 e 1960 é reconhecida mundialmente por sua relação com o clima, o sol, a luz natural e a ventilação, e por isso, qualificada por muitos críticos como Arquitetura Modernista Bioclimática. Mas foi apenas a partir das duas últimas décadas do século XX que o reconhecimento dos efeitos positivos dos ambientes mais flexíveis e informais na satisfação e produtividade dos ocupantes levou à inserção de espaços de transição no projeto de escritórios. Estas mudanças arquitetônicas fazem parte de uma noção mais flexível de conforto ambiental. Paralelamente, a evolução das tecnologias de informação, somada ao surgimento da chamada *economia do conhecimento*, introduziu novas tendências para as rotinas de uso e padrões de ocupação do ambiente de trabalho, que valorizam espaços qualificados pela vegetação, áreas informais, comunicação visual entre interior e exterior e luz natural, resultando em ambientes que se comunicam com seu entorno. Partindo da noção que o escritório do futuro oferece um *ambiente* e não uma *estação de trabalho*, a revisão crítica de teorias e estudos de caso aqui apresentada sugere uma definição de ambiente de trabalho em que um conjunto de espaços alternativos como varandas, jardins, terraços, pisos de átrios e outros, somam-se aos espaços internos e tornam-se, reconhecidamente, espaços potenciais para diversas atividades que constituem os novos escritórios do século XXI.

pós- | 1

PALAVRAS-CHAVE

Arquitetura. Ambiente de trabalho. Qualidade ambiental. Flexibilidade espacial. Diversidade.



[HTTP://DX.DOI.ORG/10.11606/ISSN.2317-2762.POSFAU.2019.161676](http://dx.doi.org/10.11606/ISSN.2317-2762.POSFAU.2019.161676)

Pós, Rev. Programa Pós-Grad. Arquit. Urban. FAUUSP. São Paulo, v. 26, n. 49, e161676, 2019.

THE NEW WORKING ENVIRONMENT: ENVIRONMENTAL DIVERSITY AND FLEXIBILITY OF SPACE

ABSTRACT

The environmental impact followed by the energy demand and comfort and health issues of the glass-box building with artificially conditioned spaces inspired, in the beginning of the decade of 1990, of new architectural paradigms for the office building. However, it is worth mentioning that the considerations to natural ventilation and daylight were already present in the iconic buildings from the first decade of the international modernism. In Brazil, the modernist architecture produced between the decades of 1930 and 1960 is globally recognized for its relationship with the local climate, sun, daylight and natural ventilation and, for this reason, was qualified by many architectural reviewers as Bioclimatic Modernist Architecture. But it was only since the last decades of the 20th century that the acknowledgement of the positive effects of more flexible and informal environments upon the productivity and satisfaction of the occupants led to the insertion of transitional spaces in the design of office buildings. These architectural changes are part of a more flexible notion of environmental comfort. Parallel to that, the evolution of information technology, added to the appearance of the so called *knowledge economy*, introduced new trends to the occupation patterns and routines in the working environment that value spaces qualified by vegetation, informal areas, visual communication between interior and exterior and daylight, resulting in interior spaces more opened to the exterior. Based on the notion that the office of the future offers a working environment rather than a desk, the critical review of theories and case-studies presented here suggests a definition of the working environment in which a set of alternative spaces such as balconies, gardens, terraces, atriums and others are added to interior spaces and become recognized potential spaces to the diversity of activities that constitute the new offices of the XXI century.

KEYWORDS

Architecture. Working environment. Environmental quality. Spatial flexibility. Diversity.

INTRODUÇÃO: BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA

O impacto ambiental e os custos energéticos atrelados a uso e operação do edifício de escritório da caixa de vidro selada, reproduzido indiscriminadamente ao redor do mundo na segunda metade do século XX, somados aos problemas de conforto e saúde dos usuários decorrentes de seu ambiente artificial, inspiraram, já no início da década de 1990, a criação de novos paradigmas arquitetônicos e de desempenho ambiental. Nestes paradigmas foi proposta uma alternativa não apenas à questão da demanda energética atrelada ao uso e operação desses edifícios, mas também ofereciam uma resposta arquitetônica à influência de novas culturas de trabalho, dinâmicas sociais e conceitos de qualidade ambiental para o edifício de escritório.

Alguns dos edifícios mais reconhecidos internacionalmente, ícones dessa geração, são a sede do banco alemão Commerzbank, em Frankfurt am Main (1998), e a sede de uma das maiores empresas de seguro do mundo, a Swiss Re (2004), em Londres, casos esses detalhados mais adiante. Contudo, as ideias e o projeto do edifício de escritórios de considerações para com a qualidade ambiental e a inserção climática é muito anterior à década de 1990, voltando às primeiras décadas do século XX.

Até a década de 1950, o condicionamento artificial de ar, a ventilação mecânica e a iluminação artificial fluorescente não eram recursos tecnológicos presentes nos edifícios de escritório em Nova Iorque e Chicago, sendo essas cidades alguns dos principais centros urbanos do mundo na época, de desenvolvimento e inovação no setor das edificações (WILLIS, 1995). Mesmo os edifícios mais altos, como o Empire State Building (1931), em Nova Iorque, foram projetados para abrirem as janelas para a ventilação natural, além das considerações com a iluminação natural. Além disso, devido à limitação estrutural, os pavimentos e cômodos não muito profundos (em comparação aos edifícios de hoje) facilitavam o acesso a ventilação e luz naturais.

As considerações com a qualidade ambiental, tanto no que diz respeito à ventilação como iluminação natural, eram marcantes nas obras ícones das primeiras décadas do modernismo internacional. Por exemplo, o edifício de escritórios do Johnson Wax Building (1950), em Racine, projetado por Frank Lloyd Wright, de forma horizontal e pé-direito múltiplo, replicando a configuração espacial de uma fábrica, tem cobertura translúcida sobre toda a área do extenso pavimento, levando luz natural para o interior.

No Brasil, a arquitetura modernista produzida entre as décadas de 1930 e 1960 é reconhecida mundialmente pela sua relação com o clima, o sol, a luz natural e a ventilação, e por isso, qualificada por muitos críticos como Arquitetura Modernista Bioclimática (RUSSO, 2004). Um dos maiores marcos da arquitetura modernista brasileira da primeira metade do século XX é, certamente, o Edifício Gustavo Capanema (1936), no Rio de Janeiro, sede do então Ministério de Educação, Cultura e Saúde (MEC) e projetado por uma equipe de arquitetos coordenada por Le Corbusier e Lúcio Costa. Ele pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Vista da fachada norte do edifício do MEC, Palácio Gustavo Capanema, Rio de Janeiro
Fonte: Elaborado por João Leal.

¹ As classificações das fachadas são feitas com abreviações das coordenadas geográficas na Língua Inglesa. *North (N)*: Norte; *Northwest (NW)*: Noroeste; *South (S)*: Sul; *Southeast (SE)*: Sudoeste.

O edifício do MEC segue o padrão do bloco retangular de múltiplos pavimentos, colocado sob pilotis, com as fachadas principais do tipo *cortina de vidro* e esquadrias operáveis para a ventilação natural orientadas a norte e sul, sendo a primeira totalmente sombreada e a segunda inteiramente exposta ao céu, enquanto as fachadas leste e oeste são cegas. Como se sabe, o processo de projeto do chamado Modernismo Bioclimático, do qual resultou o MEC e tantos outros edifícios no Brasil e no exterior, era baseado em conceitos da física aplicada para o desempenho ambiental de edificações e em ferramentas básicas, como cálculos manuais e a carta solar para estudos da geometria da insolação (BANHAM, 1984; HAWKES, 2008).

No entanto, é importante dizer que, de uma forma geral, o modernismo bioclimático ao redor do mundo produziu regras deterministas, restringindo o vocabulário de formas e componentes arquitetônicos e, consequentemente, simplificando a questão do desempenho ambiental. O problema da simplificação fica claro no caso do *brise* externo do edifício do MEC, em que o sombreamento da fachada *N-NW*¹ acaba escurecendo o ambiente interno e bloqueando vistas do exterior, enquanto a ala sul do edifício, orientada à *S-SE* (160°) e desprovida de qualquer proteção solar, sofre com temperaturas elevadas pelo efeito da radiação solar, como demonstrado por Corbella e Yannas (2003). Na latitude 23° S da cidade do Rio de Janeiro, a fachada *S-SE* recebe o sol direto por longos períodos da manhã nos meses de verão, porém, nenhuma estratégia de proteção solar foi adotada para essa situação, no projeto do edifício do MEC. Mesmo o

movimento modernista bioclimático brasileiro tinha uma clara e forte abordagem formalista, da qual os *brises* e a cortina de vidro (dentre outros elementos da arquitetura) eram parte integrante.

Por outro lado, deve ser reconhecido que edifícios como o do MEC são marcos arquitetônicos, que expressam magistralmente a abordagem formal e ambiental, assim como as possibilidades tecnológicas de sua época, contendo atributos espaciais positivos para a qualidade ambiental, de grande valia para a arquitetura, independentemente de seu tempo. No âmbito do edifício, pode-se mencionar a planta estreita para a ventilação natural, a presença de estruturas de sombreamento externo na fachada norte e o terraço jardim na ala sul-sudeste, que permite o acesso dos usuários ao ambiente externo em períodos amenos do ano. O térreo sob pilotis oferece proteção contra o sol e a chuva do clima tropical para o transeunte, ao mesmo tempo em que a implantação do edifício-lâmina, atravessando a quadra, cria um espaço aberto como uma praça, um oásis urbano, dentre as quadras compactas do entorno imediato, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Térreo do edifício do MEC, mostrando o espaço sombreado, de acesso público, sob pilotis.
Fonte: Elaborado pela autora.

É interessante mencionar que esse foi o primeiro edifício no mundo a levantar a chamada *fachada cortina* que, posteriormente, resultou no edifício da caixa de vidro. Destes, os mais conhecidos internacionalmente do apogeu do movimento moderno internacional são o Lever House (1952), projetado por Skidmore Owings and Merrill (SOM) e o Seagram Building (1958), de Ludwig Mies van der Rohe, ambos em Nova Iorque. Diferente do MEC, estes exemplos norte-americanos construídos quase duas décadas depois, marcaram o início da era da dependência dos sistemas de condicionamento ambiental, fazendo apologia à tecnologia dos sistemas prediais.

A cultura do trabalho de escritório dos anos 1950 e 1960, no espaço retangular da caixa de vidro de estrutura metálica ou de concreto, refletia o pensamento Fordista em que o layout das estações de trabalho reproduzia a linearidade e ordenação das máquinas de uma fábrica, na medida em que o posicionamento das pessoas seguia o fluxo de andamento do papel ou do documento (ANDRADE, 2007). Enquanto isso, o edifício da caixa de vidro introduziu o cenário das condições ambientais restritas a uma variação estreita de temperatura do ar e inteiramente controladas por sistemas mecânicos, justificado pelo conceito de conforto térmico proposto por Fanger (1972), com o índice de Predicted Mean Vote (PMV). O índice de PMV prevê a resposta média de um grande grupo de pessoas de acordo com uma

escala de sensação térmica (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, o que representa muito frio, frio, pouco frio, neutro, pouco quente, quente e muito quente, respectivamente).

O modelo matemático criado por Fanger (1972) relaciona a diferença entre o fluxo de calor real do corpo em um determinado ambiente e o fluxo de calor (perdas de calor) necessário para o conforto durante a atividade especificada. Até os dias de hoje, o modelo de Fanger é amplamente utilizado e aceito para avaliação das condições de conforto em ambientes condicionados artificialmente, como muitos edifícios de escritórios em diferentes partes do mundo. Tal modelo de conforto térmico foi adotado pela Sociedade Norte-Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado (ASHRAE), na sua norma técnica de desempenho ASHRAE 55, que trata do desempenho térmico e energético de edifícios e que já foi revisada e atualizada três vezes desde sua primeira edição em 1992 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, 1992, 2004, 2010, 2013).

Nas décadas de 1960 e 1970, a pobre qualidade ambiental dos espaços urbanos barulhentos e poluídos das grandes cidades, que cresciam com a concentração de população e atividades econômicas, criou o contexto perfeito

para a justificativa e disseminação do modelo do edifício hermético, inteiramente dependente dos sistemas de controle das condições ambientais internas. No entanto, curiosamente para a arquitetura, neste mesmo período, o edifício de escritório da caixa de vidro e ambiente totalmente controlado artificialmente ganhou uma vertente ambiental de interesse pelo meio natural, com as propostas futuristas de Buckminster Fuller e Norman Foster, para projetos nos Estados Unidos e Reino Unido.

Em 1961, Buckminster Fuller propôs o utópico projeto da estrutura Geodesic Dome City de uma cúpula de vidro sobre a ilha de Manhattan, extrapolando o conceito do ambiente interno da caixa de vidro controlada por sistemas de condicionamento de ar, para o ambiente construído como um todo. Uma década depois, em 1971, Fuller e Norman Foster propuseram um edifício de escritórios conceitual, ainda com o ambiente interno artificialmente controlado como uma bolha, mas com uma preponderante presença de vegetação e ampla comunicação visual com o exterior, intitulado Climatroffice (SUDJIC, 2010). Construído em 1975, o edifício-sede da empresa Willis Faber & Dumas, na cidade de Ipswich, na Inglaterra, projetado pelo escritório de arquitetura Foster and Partners, é embasado no conceito ambiental do Climatroffice, em um projeto de forma curvilínea, envoltória envidraçada e com o ambiente controlado pelo sistema de condicionamento de ar, e que pode ser observado na Figura 3.

Entre as décadas de 1980 e 1990, a cultura do ambiente do trabalho passou por várias mudanças que, por sua vez, refletiram em alterações de layout e configuração do espaço interno, como apontado por Harrison, Wheeler e Whitehead (2003). Nesse processo, viu-se a retomada do escritório celular (divisão em salas) e as soluções combinadas entre planta aberta (ou planta

Figura 3 – No canto superior esquerdo, corte esquemático do projeto Climatroffice (1971). No canto superior direito, axonométrica do edifício sede da empresa Willis Faber & Dumas (1975), evidenciando o vazio central criado pela circulação e o átrio e a presença do sistema central de ventilação, aquecimento e arrefecimento do espaço interno. Nos cantos inferiores esquerdo e direito, desenhos ilustrativos do ambiente interno do edifício Willis Faber & Dumas, destacando a presença do verde e a comunicação visual entre interior e exterior
 Fonte: Imagens cedidas por Norman Foster Foundation Archive, Madri.

livre) e salas fechadas, criando os chamados *combi-offices*. Porém, essas mudanças não afetaram a lógica formal do edifício de escritório, nem a cultura consolidada da climatização artificial. Esse período também foi marcado pela evolução da tecnologia do vidro no que se refere ao fator de sombreamento e transmissão visual, que, comprovadamente, não trouxe melhorias significativas do desempenho térmico do edifício, como confirmado por muitos estudos técnicos, incluindo os de Marcondes (2004).

Foi apenas a partir das duas últimas décadas que o reconhecimento do impacto positivo dos ambientes informais e de socialização na satisfação e produtividade dos ocupantes levou à reaparição de espaços de transição e áreas externas associadas às áreas internas no projeto do edifício de escritórios, independente do contexto climático. A inserção de átrios, pátios, varandas e terraços faz parte do processo de aceitação de uma noção mais flexível de conforto ambiental embasado e justificado, no campo da térmica, pelos modelos adaptativos, em que, de forma resumida, o conforto em um espaço interno está diretamente atrelado às condições climáticas externas.

É interessante colocar aqui que um dos primeiros modelos adaptativos de conforto térmico foi inicialmente proposto na década de 1970 (HUMPHREYS, 1976), sendo contemporâneo ao padrão de conforto de Fanger. Obviamente, a noção de conforto para ambientes de trabalho naturalmente ventilados não servia à tipologia da caixa de vidro e à lógica econômica do setor das edificações da época ao redor do mundo, no que tange ao edifício de escritórios, em que o interesse estava na popularização dos sistemas de condicionamento de ar.

O conceito do conforto adaptativo é retomado pela comunidade científica e da prática profissional no início do século XXI. Dados de pesquisas de campo realizada por Nicol e Humphreys (2002) mostram que os métodos de estado estacionário, como o PMV de Fanger, não preveem com precisão os reais votos de satisfação com o ambiente térmico, superestimando o desconforto, especialmente em condições variáveis, ou seja, naquelas em que é possível abrir as janelas. Outro exemplo nesse sentido é o da pesquisa de Brager et al. (2004), realizada com 230 funcionários de escritório do Berkeley Civic Center, em que se identificou o desejo da maioria dos ocupantes por mais movimento de ar nos seus ambientes de trabalho.

O fato é que vem sendo construído, desde a segunda metade do século XX, um parque de edifícios de escritórios cuja dependência pelos sistemas de condicionamento de ar vem acompanhada de alarmantes níveis de emissões de CO₂, dado o associado crescente consumo de energia elétrica, que tende a aumentar. Nos anos 2000, o parque de edifícios residenciais e comerciais do cenário global já era responsável por 60% de toda eletricidade produzida no mundo (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2009; LAUSTSEN, 2008; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2007). Somado a isso, tem-se o problema da qualidade do ar interno dos edifícios condicionados artificialmente, evidenciado na síndrome do edifício doente, identificado inicialmente nos anos 1980 (STOLWIJK, 1991).

Em termos globais, o consumo da energia elétrica de edifícios de escritórios tende a crescer com o aumento intenso do setor nas últimas décadas e que se

pós- |

projeta no futuro próximo, principalmente em partes da Ásia Oriental e do Oriente Médio (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2011). O clima predominantemente quente destas regiões (se não por todo ano, certamente por parte dele) é um fator agravante na demanda pelo resfriamento de ambientes internos.

Por outro lado, como vem sendo colocado há quase uma década por acadêmicos, agentes da prática profissional e instituições internacionais, como o Programa Ambiental das Nações Unidas (United Nations Environmental Programme) (RODE; BURDETT; GONÇALVES, 2011), o potencial de economia de energia do modelo convencional do edifício de escritórios também é significativo. Isto porque trata-se de espaços internos climatizados e iluminados artificialmente por praticamente todo o tempo de ocupação. Sendo assim, o modelo do edifício da caixa de vidro hermeticamente selada tem muito a ser explorado em busca de melhorar a inserção climática, principalmente com respeito à redução dos ganhos de calor solar.

Nesse sentido, há mais de dez anos, na situação norte-americana, caracterizada pela ênfase nos sistemas prediais e na tecnologia, uma pesquisa em 5.375 edifícios comerciais mostrou que o uso de sistemas de iluminação artificial e condicionamento de ar eficientes energeticamente, somados ao sombreamento das fachadas, tem o potencial de 64% de redução da demanda energética atrelada ao condicionamento do ar interno (GRIFFITH et al., 2006). No Reino Unido, diretrizes para a conservação de energia focadas nos aspectos arquitetônicos do edifício apontam para o potencial de redução de aproximadamente 60% da demanda energética de edifícios comerciais condicionados artificialmente por 100% do tempo de ocupação, em função da introdução da ventilação natural (CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS, 2004).

A ARQUITETURA DE MELHOR DESEMPENHO AMBIENTAL E OS ÍCONES DA DÉCADA DE 1990

Como falado no início desta reflexão, surgiu entre o final do século XX e o início do século XXI, verdadeiramente, um novo paradigma arquitetônico e ambiental para o edifício de escritórios, resultado das pressões globais a respeito da demanda energética do setor e da crítica à qualidade dos ambientes artificialmente condicionados, reintroduzindo a iluminação e a ventilação natural no ambiente de trabalho (GONÇALVES; UMAKOSHI, 2010).

Como exemplos-ícones desta geração de edifícios de escritórios, esses edifícios foram concebidos a partir da premissa de que um partido de projeto favorável a um bom desempenho térmico começa com um aproveitamento satisfatório da iluminação natural, tendo em vista o peso da carga térmica da iluminação artificial nos ganhos internos de calor, sem falar da qualidade da luz artificial comprovadamente pior do que a da luz natural. O impacto da qualidade da luz natural na percepção do ambiente interno, assim como no desempenho e na saúde humana, vem sendo objeto de estudo de vários pesquisadores, como Oberfeld e Hecht (2011), que analisaram o impacto da luz e das cores na percepção do ambiente interno.

Contudo, a reintrodução da luz e da ventilação natural no edifício de escritórios envolve uma redefinição da forma arquitetônica, distribuição dos espaços internos, introdução de espaços de transição e tratamento das fachadas. Tal redefinição está atrelada a um questionamento da fórmula econômica que rege a produção do edifício de escritório convencional caracterizada pelos seguintes fatores: maior área útil interna possível para área total construída, além da menor área de fachada para a maior área de planta e da simplória fachada de vidro.

Os benefícios da iluminação e ventilação natural para a saúde, satisfação e produtividade dos ocupantes de edifícios de escritório vêm sendo amplamente estudados e disseminados desde o início dos anos 2000. Para lidar com o desafio do ruído urbano, componentes de fachada combinando aberturas para a passagem do ar e absorção sonora, como as chicanas e mesmo as fachadas duplas, vêm sendo utilizados como recursos valiosos na reintrodução da ventilação natural nos edifícios (CHILTON et al., 2012; ARAÚJO; BISTAFA, 2012). Alguns dos benefícios sobre o aumento da produtividade no ambiente de trabalho conhecidos desde então são: de 6% a 9% por conta da qualidade do ar interno (WYON, 2004); de 3% a 18% pela ventilação natural; de 3,5% a 37% pelo controle localizado das condições térmicas; e de 3% a 40% pelo efeito da luz natural (LOFTNESS et al., 2003).

pós- |

Dentre muitos, como já mencionado, dois marcos internacionais da geração de edifícios de escritório que apostaram nestes benefícios e colocaram em prática a crítica à forma econômica da torre de planta funda e cortina de vidro hermeticamente selada foram a sede do banco alemão Commerzbank, construído em Frankfurt am Main, na Alemanha, em 1998, e a sede da empresa de seguros Swiss Re, edifício atualmente nomeado 30th Saint Mary Axe, construído no centro de Londres, em 2004, ambos com o projeto de arquitetura do renomado escritório inglês Foster and Partners. As estratégias de ventilação e iluminação natural do Commerzbank foram elaboradas pelo mesmo escritório de engenharia que desenvolveu os sistemas prediais Rogers Preston and Partners, e as da sede da Swiss Re, pelo escritório de engenharia BDSP Partnership.

Vale destacar que a arquitetura comercial de melhor desempenho ambiental e uma identidade arquitetônica diferenciada teve um importante predecessor: a sede do banco Hong Kong and Shanghai Bank (HSBC) construída em Hong Kong em 1986, com projeto desenvolvido pelos mesmos escritórios de arquitetura e engenharia do Commerzbank. O projeto da famosa sede do HSBC é mundialmente reconhecido pelo seu átrio interno com cobertura de espelhos controlados por um sistema de automação predial, que servem o interior do edifício com luz natural. Somado às vantagens da luz natural, o espaço do átrio permite ainda a comunicação visual entre os vários andares, valorizando a dimensão vertical do espaço interno.

No edifício do Commerzbank, o princípio da vila de escritórios com um átrio central e terraços de pé-direito quádruplo em cada orientação da planta constitui a base da estratégia para a iluminação e ventilação natural dos ambientes de trabalho voltados para o interior do edifício, combinando a ventilação cruzada por ação dos ventos com o efeito chaminé, o que pode ser visto na Figura 4. Tanto no Commerzbank como no 30th Saint Mary Axe, os

Figura 4 – Espaço combinado do átrio e jardim de uma das vilas de escritórios do edifício do Commerzbank, em Frankfurt am Main, na Alemanha
Fonte: Elaborado pela autora.

ganhos na qualidade ambiental e arquitetônica têm consequências sobre o conceito convencional de eficiência do espaço. No Commerzbank, devido principalmente à área ocupada pelos terraços e o átrio central, apenas 35% da área total construída da torre é computada como área efetiva de estações de trabalho. Porém, mesmo não fazendo parte da área útil contábil, os terraços são efetivamente parte do ambiente de trabalho, com condições microclimáticas intermediárias entre interior e exterior.

Como apresentado em Gonçalves e Bode (2015), o edifício-sede do Commerzbank é ventilado naturalmente durante 85% das horas de ocupação, validando seu papel de ícone internacional do edifício alto de melhor desempenho ambiental e referência do uso da ventilação natural em edifícios comerciais de grande porte e altura.

Uma pesquisa de campo neste edifício durante um período de dias quentes mostrou que enquanto a temperatura externa (medida pela estação instalada na cobertura do edifício) sobe até os 29° C no meio da tarde, nos terraços e nos átrios, a temperatura do ar não ultrapassa a marca dos 26° C. Como consequência da mediação climática criada pelos jardins e átrio no interior das chamadas *vilas de escritórios* e no máximo aproveitamento do fluxo de vento no interior do edifício, as temperaturas em três escritórios de uma das vilas, sendo um na base, outro no meio e outro no topo, permanecem estáveis entre 24° C e 25° C.

Entretanto, o valor do desempenho ambiental do Commerzbank vai além dos números e da questão energética. Com seu projeto arquitetônico original de vazios internos com pés-direitos múltiplos, sistemas prediais integrados ao desempenho ambiental da arquitetura e usuários preparados para menor dependência dos sistemas de climatização artificial, o edifício reestabelece a cultura do escritório com ventilação natural, com as oscilações de temperatura do ar inerentes a ela. Nesse ponto, é importante dizer que a predisposição dos ocupantes do Commerzbank para com a ventilação natural certamente contribui para o sucesso da estratégia.

No projeto do edifício 30th Saint Mary Axe, uma série de átrios distribuídos ao redor da planta de forma circular (com pavimentos de diâmetros variados) e

Figura 5 – Visão a partir do térreo de um dos átrios perimetrais e de forma espiral do edifício 30th Saint Mary Axe
Fonte: Elaborado por Érica Mitie Umakoshi.

um *core* central dividem o edifício alto em vilas de seis pavimentos. Neste caso, a fachada dupla ventilada foi projetada para possibilitar a ventilação natural do edifício alto, comunicando os átrios com o meio exterior, como vemos na Figura 5.

Com respeito às fachadas duplas, vale a ressalva de que essa solução específica foi originalmente desenvolvida nos anos 1980 para edifícios de escritórios em climas temperados e frios, objetivando a maximização da área envidraçada para a captação da luz natural, sem a fragilização do desempenho térmico da envoltória. A composição de dois vidros e uma cavidade hermética da fachada dupla aumenta o isolamento térmico da envoltória em aproximadamente duas vezes, reduzindo, assim, as perdas de calor para o ambiente externo (PASQUAY, 2004). Por outro lado, nos períodos mais quentes do ano (mesmo nos climas mais frios), o superaquecimento da cavidade envidraçada levou à evolução da então *fachada dupla* para a *fachada dupla ventilada*, visando a remoção do calor solar da cavidade, exclusivamente, e não do espaço interno. Chegando no início dos anos 2000, o último estágio evolutivo da fachada dupla é a abertura para o meio externo e interno, facilitando a ventilação natural do interior do edifício.

Entretanto, deve ser esclarecido aqui que o maior isolamento térmico da fachada não é um requerimento de desempenho para a fachada de edifícios em geral, em climas mais amenos (mesmo em edifícios climatizados artificialmente durante 100% do tempo), como os de São Paulo e mesmo os do Rio de Janeiro. Pelo contrário, pode ser desfavorável ao desempenho térmico e energético do edifício, uma vez que dificulta perdas térmicas pela envoltória nos horários de temperaturas externas mais baixas do que a interna, incluindo o período noturno, como demonstrado por Marcondes (2004). Nesses casos, o uso do sombreamento externo tem um papel muito mais importante para o melhor desempenho ambiental do edifício, bloqueando significativas parcelas de calor solar.

Voltando à discussão do projeto do atual 30th Saint Mary Axe, neste o escritório Foster and Partners retomou o conceito do Climatroffice criado nos anos 1970 com a parceria de Buckminster Fuller, que traz a vegetação para junto do

ambiente de trabalho. A diferença é que, enquanto nesta proposta, o ambiente de trabalho continua dependente do condicionamento artificial do ar interno. No 30th Saint Mary Axe, o jardim e a vegetação, justapostos aos átrios em espiral junto ao perímetro da forma, estão associados à estratégia de ventilação natural.

Na avaliação do desempenho ambiental do edifício, realizada na fase de projeto, foi testada uma combinação de cenários considerando duas temperaturas limite de conforto, 24° C e 26° C, além de duas tipologias para o layout do ambiente de trabalho, o escritório celular e a planta livre. Como resultado, no caso particular do projeto 30th Saint Mary Axe, para 24° C de temperatura-limite interna, a configuração da planta livre mostrou poder ser ventilada naturalmente por 48% do tempo anual de ocupação (GONÇALVES; BODE, 2015). A elevação da temperatura de conforto para 26° C aumentou o período da ventilação em 66,2%. Mantendo o limite de 26° C, a opção de layout celular mostrou um desempenho ainda melhor, apontando para a possibilidade de ventilação natural durante aproximadamente 76% do tempo.

Diferentemente do caso do Commerzbank, as informações disponíveis sobre a ex-sede da empresa Swiss Re no centro de Londres são dados de projeto e não de ocupação, o que traz incertezas sobre o desempenho real do edifício. Em suma, a análise crítica dos casos do Commerzbank e do 30th Saint Mary Axe revela que a ventilação natural de edifícios altos não só é tecnicamente viável, como adiciona autenticidade e expressão arquitetônica ao projeto.

Simultaneamente, os anos de 1990 também foram a década da criação e popularização das conhecidas certificações ambientais, como o sistema Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), criado pela associação norte-americana US Green Building Council (USGBC). Ao mesmo tempo em que sistemas como este introduziram uma noção de valor de mercado para aspectos ambientais (principalmente energéticos) do projeto de edificações, também foram os causadores de uma onda de *green wash* ao redor do mundo, associada à tipologia da caixa de vidro, ou seja, a falsos paradigmas de desempenho ambiental. Já na primeira década dos anos 2000, a validade da certificação LEED, por exemplo, foi muito questionada.

Nesse sentido, Newsham, Mancini e Birt (2009) provaram que 35 casos de uma amostra de 100 edifícios norte-americanos estavam consumindo mais energia no seu uso e operação do que edifícios similares que foram projetados sem necessariamente seguir os critérios das certificações (um tipo de *checklist*). Como estes, muitos outros trabalhos de avaliação pós-ocupação comprovaram falhas dos sistemas de certificação verde de edifícios. Seguindo na mesma linha, Applebaum (2011) publicou que um edifício certificado pelo sistema LEED na Carolina do Norte consumia mais do que o dobro dos seus vizinhos, construídos anteriormente e sem certificação.

Como feito por Buoro, Hernandez e Gonçalves (2015), um olhar sobre os critérios do Sistema LEED mostra que o foco dessa certificação é muito mais no desempenho dos sistemas prediais do que em características do projeto de arquitetura, como forma, orientação solar, layout dos espaços internos, tratamento externo de fachadas e mesmo o desenho de caixilhos operáveis para a ventilação natural seletiva. Juntos, estes parâmetros arquitetônicos exercem um papel central na resposta térmica do edifício e, conseqüentemente, na demanda energética para o resfriamento do ar interno.

Olhando para a realidade, como pode um edifício de planta funda e envoltória envidraçada (seja esse qual for o tipo de vidro), sem nenhum tipo de proteção solar externa, localizado em uma cidade de clima quente – consequentemente um acumulador de calor solar e desprovido de luz natural, pois o ofuscamento causado pelas fachadas de vidro é tamanho que cortinas internas têm que operar abaixadas por grande parte do tempo – ser certificado como um bom ou excelente edifício ambiental? Pois esta é a tipologia bem qualificada pela certificação em várias cidades do mundo.

Uma maneira eficaz de revelar o verdadeiro desempenho ambiental e energético de edifícios em geral são as práticas de avaliação pós-avaliação (APO), com levantamentos *in loco* da satisfação dos usuários, suas condições ambientais e consumo de energia desagregado por uso final.

Além das rotinas de APO, simples cálculos de ganhos de calor podem confirmar a pobre resposta térmica de casos como das torres de vidro mencionados acima. A exemplo disto, Vieira (2015) identificou a possibilidade de redução de até 75% da demanda de resfriamento de um típico edifício alto de escritórios, de fachada de vidro e planta retangular com o *core* central, no Rio de Janeiro (latitude 23° S), sendo o resultado desta redução o equivalente a 42 kWh/m² por ano × 167 kWh/m². Tal desempenho é produto do efeito combinado de sombreamento externo, massa térmica exposta para o ambiente interno, ventilação noturna e, por fim, da forma retangular da planta que facilita a eficiência da ventilação cruzada durante as horas de condições climáticas mais amenas do ano, que correspondem a aproximadamente um terço das horas de ocupação.

O PROCESSO DE PROJETO E O PAPEL DOS ESTUDOS ANALÍTICOS

Retomando a reflexão crítica sobre a geração inovadora de edifícios de escritórios iniciada no final do século XX, as considerações ambientais e soluções arquitetônicas estão atreladas a um processo de projeto diferenciado daquele da caixa de vidro hermeticamente fechada, informado por estudos analíticos com base em procedimentos avançados de simulação computacional para a compreensão do desempenho ambiental das edificações, com toda a sua complexidade.

Como amplamente discutido por especialistas da área e exemplificado por Yannas (2008), procedimentos analíticos avançados são fundamentais para a compreensão do complexo balanço energético do edifício e das possibilidades arquitetônicas na redução de sua carga térmica de resfriamento, o que significa sua resposta térmica para relação entre ganhos e perdas de calor ao longo de um dia e em diferentes épocas do ano (diferentes estações), e não apenas em períodos extremos de um ano climático típico. Análises como estas tomam em consideração forma e orientação, componentes construtivos e outros aspectos do projeto do edifício, além das rotinas de uso e ocupação.

A exemplo disso, além da reconhecida importância de estratégias de sombreamento na redução dos ganhos de calor solar, trabalhos técnicos realizados por Allard (1998) mostraram que a massa térmica pode reduzir em até 60% os ganhos internos de calor de um ambiente de escritórios convencional. Com o

resultado, verificou-se que o efeito combinado da massa térmica com a ventilação noturna pode reduzir em até 5° C a temperatura interna máxima em um dia típico de verão, em um ambiente de escritório celular naturalmente ventilado na cidade de Londres, para um possível futuro de mudanças climáticas e consequente aquecimento urbano para o ano de 2050.

Avançando na discussão da simulação e do processo de projeto, Gonçalves e Bode (2015) na publicação *Edifício ambiental* apresentaram, detalhadamente, o processo de projeto da prática europeia, com base em estudos paramétricos computacionais de avaliação de desempenho. O processo foca na busca de propostas arquitetônicas que sejam específicas às condições ambientais locais, às demandas da função, às expectativas dos usuários e às condições microclimáticas criadas pelo contexto do ambiente construído, se diferenciando de uma abordagem demasiadamente simplificada da arquitetura com as condicionantes ambientais, comumente vista ao longo da segunda metade do século XX, ao redor do mundo. Um caso destes, construído recentemente, é o edifício de escritório One Airport Square, na cidade de Accra (latitude 5° N), na República de Gana.

No projeto do edifício One Airport Square (OAS), com projeto de arquitetura de Mario Cucinella Architetti (MCA), e engenharia de sistemas prediais e desempenho ambiental de BDSP Partnership, simulações de térmica e iluminação natural foram executadas no dimensionamento das linhas contínuas de *brises* horizontais de concreto, que têm a profundidade variável de acordo com a orientação solar, ou seja, de acordo com a quantidade de radiação incidente, com o objetivo de sombrear, sem escurecer demasiadamente e desnecessariamente os ambientes internos localizados mais junto ao perímetro do piso, como vemos na Figura 6. Como explicado em Bode (2015), os estudos de simulação mostraram que, com exceção da orientação oeste (O), onde uma

Figura 6 – Estudos paramétricos de simulação computacional para o projeto do edifício One Airport Square (OAS), que analisa o desempenho ambiental das projeções horizontais da laje do quinto pavimento; tendo como indicador a carga térmica anual de resfriamento (kWhr/ano)
Fonte: BDSP Partnership.

projeção horizontal de até cinco ou seis metros ainda contribui para a redução dos ganhos de calor solar, a contribuição efetiva da proteção horizontal contra os ganhos de calor solar se restringe a profundidade de três metros. Mais fundo do que isto, a eficiência do *brise* é nula ou ínfima, além de certamente escurecer o ambiente interno.

Tendo em vista a profundidade da planta, o espaço do terraço que corre ao redor de todo o pavimento foi conectado com um átrio central, a fim de possibilitar a ventilação cruzada e, com isso, incrementando o conforto térmico no edifício do OAS, inserido no clima quente e úmido de Accra. O átrio foi concebido como um importante recurso para levar luz natural até a parte central dos pavimentos de escritórios, contudo, era importante sombreá-lo para evitar ganhos excessivos de calor solar e a ocorrência de ofuscamento nos escritórios localizados ao redor do átrio. Assim como feito para o sombreamento externo, simulações computacionais paramétricas foram realizadas neste caso, na busca da área e do tipo adequados de vidro na cobertura do átrio e do sombreamento apropriado das janelas dos pavimentos superiores, que dão para o átrio (BODE, 2015).

Ainda com respeito ao processo de projeto e ao uso de ferramentas de simulação computacional, metodologicamente, sabe-se que o maior benefício dos procedimentos analíticos de desempenho ambiental está nas etapas iniciais de projeto. Quando aplicados somente nas etapas finais, com o partido arquitetônico já definido, o seu papel se resume em uma ação corretiva e uma contribuição marginal para o desempenho ambiental do edifício. Ao mesmo tempo, o uso deste tipo de técnica de avaliação, sem o conhecimento necessário dos fundamentos da física aplicada, carrega o risco do entendimento equivocado dos resultados e das consequentes recomendações de projeto.

A INFLUÊNCIA DA CULTURA DO AMBIENTE DE TRABALHO

Voltando à discussão para a cultura do ambiente de trabalho e as consequentes modificações no modelo padrão do edifício de escritórios convencional da segunda metade do século passado, Frank Duffy (2007) explica que as mudanças econômicas, políticas e culturais iniciadas na década de 1990, apoiadas pela evolução da tecnologia da informação, conjuntamente caracterizam a maior transformação da vida urbana desde a Revolução Industrial. No final dos anos 2000, aproximadamente 50% da população urbana já estava engajada em algum tipo de tarefa de escritório.

Duffy (2007) destaca que a evolução das tecnologias de informação somada ao surgimento da chamada *economia do conhecimento* (*knowledge economy*), sendo esta a atividade produtiva que valoriza o conhecimento e as ideias inovadoras e criativas, introduzindo novas tendências para as rotinas de uso e padrões de ocupação do ambiente de trabalho, com propostas de lugares mais humanizados em geral, qualificado pela presença da vegetação, com espaços informais, comunicação visual entre interior e exterior, iluminado naturalmente, enfim, um ambiente mais aberto ao ambiente externo, flexível e convidativo. Frente a esta nova realidade, Duffy coloca o papel da arquitetura de legitimar

as necessidades e as expectativas da sociedade contemporânea, enquanto também deve antecipar as demandas espaciais e ambientais futuras do local de trabalho, introduzindo alternativas para o modelo ultrapassado do edifício de escritórios.

Assim, partindo da noção que o escritório do futuro oferece um *lugar*, um *ambiente* e não uma *estação de trabalho*, sugere-se aqui uma definição de ambiente de trabalho em que um conjunto de espaços como varandas, jardins, terraços, pisos de átrios e outros, somam-se aos espaços internos e tornam-se, reconhecidamente, espaços potenciais para diversas atividades que constituem os novos escritórios. Como resultado, tem-se propostas arquitetônicas qualificadas pela diversidade de suas condições ambientais (maior ou menor exposição ao sol, à luz, ao vento e ao ruído). Ao fazer isto, tem-se ambientes que encorajam a criatividade, o trabalho colaborativo e o contato com o clima externo, fazendo a transição entre meio externo e interno em prol da mediação climática, da comunicação visual entre meios e da interação social, como visto nos ícones de uma nova geração apresentados anteriormente.

Do ponto de vista dos critérios de desempenho, assim como na situação do conforto térmico adaptativo, em que as temperaturas de conforto variam de acordo com o clima externo, como apresentado por Nicol, Humphreys e Roaf (2012) e incorporado por normas técnicas de conforto térmico, como a ASHRAE 55: 2013 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, 2013) e a EN 15251 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2007), recomendações recentes para estudos de conforto luminoso propõem uma mudança do curto intervalo de faixas de iluminância para o ambiente de trabalho, como o adotado pela associação inglesa CIBSE (2001), de 300 a 500 lux, para um intervalo mais amplo, fazendo uso do conceito das chamadas *iluminâncias úteis*, podendo variar entre 100 a 3.000 lux, segundo Nabil e Mardaljevic (2006) e Mardaljevic et al. (2012). Outros trabalhos complementares, como o de Reinhart (2012), estabelecem uma diferença-limite entre valores mínimos e máximos de iluminâncias em um mesmo ambiente de até dez vezes.

Acompanhando a evolução da discussão sobre conforto ambiental e da capacidade dos usuários dos edifícios de se adaptar às condições ambientais, Gonçalves e Bode (2011) defendem a ideia de que o reconhecimento de uma flexibilidade maior na definição de conforto luminoso favorece o bom aproveitamento da luz natural e a comunicação entre espaços internos e externos, uma vez que uma faixa restrita de desempenho raramente pode ser alcançada com a luz natural, levando à dependência inevitável dos sistemas artificiais de iluminação por praticamente todo o tempo de ocupação, independente do contexto climático. Como já explicado anteriormente, a mesma analogia se aplica para o caso dos critérios de conforto térmico.

Trata-se aqui de um chamado para uma arquitetura menos monolítica e com maior variedade espacial e ambiental, a fim de responder às várias necessidades e expectativas dos mais diferentes usuários de um mesmo espaço ou edifício. A consequência desta abordagem para o clima interno do edifício é uma distribuição heterogênea da concentração de pessoas e atividades e da associada produção de calor interno. O entendimento das dinâmicas de ocupação, e do consequente ambiente térmico do novo escritório, do novo

ambiente de trabalho, ganha uma importância ainda maior para o desempenho ambiental do edifício de escritórios, no futuro de mudanças climáticas e aquecimento global, com grande impacto na demanda energética de resfriamento.

O complexo arquitetônico Centre Buildings Redevelopment (CBR), da instituição London School of Economics and Political Science (LSE), de Londres, com projeto de arquitetura de Rogers Stirk Harbour + Partners e consultoria de desempenho ambiental de Chapmanbdsp, construído em 2019, é um exemplo recente de um edifício para ambientes de trabalho que sejam inteiramente ventilados naturalmente e projetados para um contexto climático de aquecimento das cidades. O projeto parte de princípios e estratégias básicos para o bom aproveitamento da luz e da ventilação natural, contando com uma planta estreita (com máximo 12 metros de profundidade), aberturas em faces opostas, proteção solar externa, massa térmica interna, somados a espaços de transição e mecanismos de controle dos usuários para o ajuste das condições ambientais internas. Indo além das estratégias determinadas pelo entendimento dos princípios da física aplicada ao desempenho ambiental dos edifícios, simulações computacionais paramétricas foram aplicadas para o dimensionamento das proteções solares e aberturas das janelas para o clima de Londres, hoje e em 2050 (BODE, 2019).

pós- | 17

O complexo arquitetônico do CBR da LSE, que foi produto de um concurso internacional de projeto, foi concebido e projetado em detalhe para ser inteiramente-ventilado naturalmente, por todo o tempo de ocupação, durante todo o ano, sem nenhuma provisão de qualquer tipo de sistema de resfriamento de ar. Em outras palavras, trata-se do verdadeiro edifício dedicado a ambientes de trabalho, naturalmente ventilado, da atualidade. A proposta audaciosa de um edifício ícone de uma instituição de tamanho prestígio internacional, sem a presença de um sistema de resfriamento do ar, certamente tem um impacto fundamental para a reafirmação da ventilação natural na arquitetura contemporânea do ambiente de trabalho. Segundo o engenheiro Klaus Bode (2019), a decisão de não incluir nenhum sistema de resfriamento está atrelada ao fato de que, quando inserido, mesmo que só para situações extremas, estes sistemas acabam sendo utilizados quando não necessários. Sendo assim, o maior desafio de projeto foi eliminar qualquer risco de superaquecimento dos ambientes internos, no presente e no futuro de mudanças climáticas, lançando mão de estratégias arquitetônicas apenas.

Enquanto muitos edifícios mais antigos, construídos para a ventilação natural (como o MEC do Rio de Janeiro), passam por reformas para serem condicionados artificialmente por todo o período de ocupação, por uma questão de valor cultural que vai além das demandas climáticas, começam a aparecer no contexto internacional iniciativas em prol da ventilação natural em ambientes de trabalho em importantes centros urbanos da economia global, mesmo para o futuro desafiador dos centros urbanos, com as previsões de aquecimento decorrentes das mudanças climáticas. Para alcançar tal objetivo, no projeto do CBR teve-se uma visão de futuro, que apostou no investimento em um edifício inserido e adaptado aos desafios do clima local, cujo projeto retomou princípios básicos da física aplica ao desempenho ambiental de edificações, que foram então explorados por meio de processos analíticos de avaliação de desempenho, realizados com ferramentas de simulação

computacional paramétrica, ou seja, tem-se aqui um exemplo de aplicação de tecnologia no processo de projeto para remover tecnologia das rotinas de uso e operação do edifício.

Neste projeto, as proteções solares foram dimensionadas precisamente de acordo com o cálculo computacional de dados de radiação incidente na fachada, considerando o efeito da obstrução dos edifícios vizinhos nos andares mais baixos, principalmente, como pode ser observado na Figura 7. Por esse motivo, as lâminas verticais externas dos pavimentos superiores são mais largas do que as dos pavimentos inferiores. Dentre outras estratégias para o desempenho ambiental do complexo CBR, o layout interno prevê a diminuição da ocupação e a criação de ambientes do tipo *landscape* com a possibilidade de ventilação cruzada, para que sejam alcançadas condições de conforto nos períodos quentes do ano em um futuro de mudanças climáticas, apenas com o recurso da ventilação natural, mantendo o edifício completamente independente dos sistemas de condicionamento de ar. A necessidade destas modificações foi determinada ainda na etapa inicial de projeto, quando se identificou os riscos de superaquecimento de alguns ambientes de trabalho para o cenário de aquecimento do clima urbano para 2050.

Figura 7 – Fachada principal do complexo edificado CBR, da LS E (2019), destacando o processo de projeto com auxílio de estudos analíticos (no topo da figura) e vista externa bem marcada pela presença das estruturas verticais de sombreamento. Fonte: Foto elaborada pela autora; desenhos cedidos pelo engenheiro Klaus Bode do escritório de engenharia e consultoria ambiental Urban Systems Design, de Londres.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, três estratégias arquitetônicas de natureza espacial e ambiental qualificam o ambiente da criatividade, socialização e produtividade. São essas: *integração entre exterior e interior*, principalmente através da maximização do uso de estratégias passivas para o alcance de condições ambientais internas de conforto do usuário, em particular da iluminação natural que incrementa a percepção de qualidade do espaço interno e, consequentemente, a satisfação, saúde e produtividade do usuário e a conservação de energia atrelada ao uso de sistemas ativos de climatização e iluminação; *diversidade espacial e de qualidade ambiental*, que dá ao usuário, por meio das estratégias de adaptação ambiental, a opção de modificar as condições ambientais internas para maior ou menor privacidade, exposição ao sol, ao vento, à luz e/ou ao ruído ou, mesmo escolher seu local de trabalho em um determinado momento, para a realização de uma determinada tarefa; e *flexibilidade da configuração interna*, em que arranjos dos espaços internos são modificados para a adaptação a outros usos ou mesmo para o melhoramento das condições ambientais internas.

Diferente do que ainda prevalece na prática conservadora e internacional do setor de edificações comerciais, exemplos de uma geração de edifícios que vem evoluindo quanto à forma, configuração dos espaços internos e tratamento da envoltória desde o início do século XX, como o complexo do CBR, de Londres, são resultados de projetos concebidos para maior tolerância e adaptação às variações ambientais, ao invés de controle maior. Estes conceitos, acompanhados de um processo analítico e paramétrico de evolução do projeto é, certamente, o melhor encaminhamento para o futuro dos projetos de arquitetura que visem real menor impacto ambiental do ambiente construído.

Concluindo com as palavras de Duffy (2007, p. 338):

O principal papel do arquiteto urbanista é imaginar e legitimar diversidade e mostrar para a sociedade em geral a riqueza de escolhas que a tecnologia de informação pode oferecer para o contexto da nova economia do conhecimento. A pior coisa que podemos fazer é tentar forçar a nova economia em edifícios projetados para reforçar ideologias ultrapassadas. O quão amplo é o leque de alternativas de formas urbanas e arquitetônicas que podemos antecipar? O leque potencial é enorme e diversidade é tudo. (Tradução nossa).

REFERÊNCIAS

- ALLARD, Francis. *Natural ventilation in buildings*. London: James and James, 1998.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. *ASHRAE 55*: 1992: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 1992.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. *ASHRAE 55*: 2004: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2004.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. *ASHRAE 55*: 2010: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2010.

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. *ASHRAE 55*: 2013: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2013.
- ANDRADE, Cláudia. *A história do ambiente de trabalho em edifícios de escritórios*: um século de transformações. São Paulo: Editora C4, 2007.
- APPLEBAUM, Alec. Can the green building council polish LEED's tarnished standards? *Fast Company*, [S. l.], 1 jun. 2011. Disponível em: <https://bit.ly/2KsopeS>. Acesso em: 6 ago. 2019.
- ARAÚJO, Bianca Carla Dantas de; BISTAFA, Sylvio Reynaldo. Façade elements for natural ventilation and sound insulation. *Building Acoustics*, Thousand Oaks, v. 19, n. 1, p. 25-43, 2012.
- BANHAM, Reyner. *The architecture of the well-tempered environment*. Chicago: University of Chicago Press, 1984.
- BODE, Klaus. Projeto Integrado e o papel da simulação computacional de desempenho ambiental, exemplos de projeto. In: GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. (org.). *Edifício ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 237-284.
- BODE, Klaus. *The environmental performance of LSE-CBR, London*: Programa de Pós-Graduação Sustainable and Environmental Design Programme, 12 mar. 2019. Notas de aula.
- BRAGER, Gail; PALIAGA, Gwelen; DEAR, Richard de; OLESEN, Bjarne; WEN, Jin; NICOL, Fergus; HUMPHREYS, Michael. Operable windows, personal control and occupant comfort. *ASHRAE Transactions*, Berkeley, v. 100, p. 17-35, 2004.
- BUORO, Rita; HERNANDES, Alberto; GONÇALVES, Joana Carla Soares. A Certificação de Edifícios. In: GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. (org.). *Edifício ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 523-543.
- CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. *Energy efficiency in buildings*: CIBSE Guide F. 2. ed. London: CIBSE, 2004.
- CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. *Lighting Guide 3*. London: CIBSE, 2001.
- CHILTON, Anthony; NOVO, Pedro; MCBRIDE, Neil; LEWIS-NUNES, Arthur; JOHNSTON, Innes; RENE, James. Natural ventilation and acoustic comfort. In: ACOUSTICS 2012 NANTES CONFERENCE; CONGRÈS FRANÇAIS D'ACOUSTIQUE, 11., 2012, Nantes. *Proceedings [...]*. Nantes: Société Française d'Acoustique, 2012. p. 3808-3815.
- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos*: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- DUFFY, Frank. The death and life of the urban office. In: BURDETT, Ricky; SUDJIC, Deyan. *The endless city*: the urban age project by the London School of Economics and Deutsche Bank's Alfred Herrhausen Society. London: Phaidon Press Limited, 2007. p. 328-339.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. *EN 15251*: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Brussels: CEN, 2007.
- FANGER, Povl Ole. *Thermal comfort*: analysis and application in environment engineering. New York: McGraw Hill, 1972.
- GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. Edifícios em uso: o desempenho ambiental de ícones de uma geração. In: GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus (org.). *Edifício ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 352-378.
- GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. The environmental value of buildings: a proposal for performance assessment with reference to the case of the tall office building. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, Abingdon, v. 24, n. 1-2, p. 31-55, 2011.
- GONÇALVES, Joana Carla Soares; UMAKOSHI, Erica Mitie. *The environmental performance of tall buildings*. São Paulo: Earthscan, 2010.
- GRIFFITH, Brent; TORCELLINI, Paul; LONG, Nicholas; CRAWLEY, Drury; RYAN, John. *Assessment of the technical potential for achieving zero-energy commercial buildings*. Washington, DC: National Renewable Energy Laboratory, 2006. Disponível em: <https://bit.ly/33cNJxX>. Acesso em: 6 ago. 2019.

HARRISON, Andrew; WHEELER, Paul; WHITEHEAD, Carolyn. *The distributed workplaces*. London: Routledge, 2003.

HAWKES, Dean. *The environmental imagination: techniques and poetics of the architecture environment*. London: Routledge, 2008.

HUMPHREYS, Michael A. *Field studies of thermal comfort compared and applied*. London: Building Research Establishment Current Paper, 1976.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Technical summary. In: IPCC. *Climate change 2007: mitigation of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 53-58. Disponível em: <https://bit.ly/2GQEI90>. Acesso em: 6 ago. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World energy outlook 2009*. Paris: IEA, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/2ZAK1MB>. Acesso em: 6 ago. 2019.

LAUSTSEN, Jens. *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*. Paris: OECD/IEA, 2008.

LOFTNESS, Vivian; HARTKOPF, Volker; GURTEKIN, Beran; HANSEN, David; HITCHCOCK, Robert. Linking energy to health and productivity in the built environment: evaluating the cost-benefits of high-performance building and community design for sustainability, health and productivity. In: GREENBUILD INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXPO, 2., 2003, Pittsburgh. *Proceedings* [...]. Pittsburgh: Center for building performance and diagnostics, 2003. p. 1-12. Disponível em: <https://bit.ly/2M4I0VN>. Acesso em: 6 ago. 2019.

MARCONDES, Mônica Pereira. *Double-skin façades in high-rise office buildings in São Paulo: a possible environmental efficient solution?* 2004. Dissertação (Mestrado em Meio-ambiente e Energia) – Architectural Association School of Architecture, London, Londres, 2004.

MARDALJEVIC, John; ANDERSEN, Marilyn; ROY, Nicolas; CHRISTOFFERSEN, Jens. Daylighting metrics: is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probability? In: BUILDING SIMULATION AND OPTIMIZATION CONFERENCE, 1., 2012, Loughborough. *Proceedings* [...]. Loughborough: Loughborough University, 2012. p. 189-196.

NABIL, Azza; MARDALJEVIC, John. Useful daylight illuminances: a replacement for daylight factors. *Energy and Buildings*, Amsterdam, v. 38, n. 7, p. 905-913, 2006.

NEWSHAM, Guy R.; MANCINI, Sandra; BIRT, Benjamin. Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but... *Energy and Buildings*, Amsterdam, v. 41, n. 8, p. 897-905, 2009.

NICOL, Fergus; HUMPHREYS, Michael. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, Amsterdam, v. 34, n. 6, p. 563-572, 2002.

NICOL, Fergus; HUMPHREYS, Michael; ROAF, Susan. *Adaptive thermal comfort: principles and practice*. London: Routledge, 2012.

OBERFELD, Daniel; HECHT, Heiko. Fashion versus perception: the impact of surface lightness on the perceived dimensions of interior space. *Human Factors*, Santa Monica, v. 53, n. 3, p. 284-298, 2011.

PASQUAY, Till. Natural ventilation in high-rise buildings with double façade, saving or waste of energy. *Energy and Buildings*, Amsterdam, v. 36, n. 4, p. 381-389, 2004.

REINHART, Christopher F. Effects of interior design on the daylight availability in open plan offices. In: CONFERENCE OF THE ACEEE SUMMER STUDY ON ENERGY EFFICIENT BUILDINGS, 17., 2012, Pacific Grove. *Proceedings* [...]. Washington, DC: ACEEE, 2012. p. 1-12.

RODE, Philipp; BURDETT, Ricky; GONÇALVES, Joana Carla Soares. Buildings: investing in energy and resource efficiency. In: UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication*. Nairobi: Unep, 2011. p. 331-373. Disponível em: <https://bit.ly/2YJXLXX>. Acesso em: 14 de junho de 2011.

RUSSO, Filomena Cristina. *Climatic responsive design in modern Brazilian architecture*. 2004. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Martin Centre, University of Cambridge, Cambridge, 2004.

STOLWIJK, Jan A. Sick-building syndrome. *Environment Health Perspectives*, [S. l.], v. 95, p. 99-100, 1991. Disponível em: <https://bit.ly/33fbDZQ>. Acesso em: 6 ago. 2019.

SUDJIC, Deyan. *Norman Foster: a life in architecture*. London: Weidenfeld, 2010.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication*. Nairobi: Unep, 2011. p. 331-373. Disponível em: <https://bit.ly/2YJXLXX>. Acesso em: 14 de junho de 2011.

VIEIRA, João Leal. O Desempenho térmico de ambientes de trabalho nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. In: GONÇALVES, J. C. Soares; BODE, Klaus (org.). *Edifício ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

WILLIS, Carol. *Form follows finance: skyscrapers and skylines in New York and Chicago*. New York: Princeton Architectural Press, 1995.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Energy efficiency in buildings: business realities and opportunities*. Geneva: WBSCD, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/2Yuq6IT>. Acesso em: 7 ago. 2019.

WYON, David P. The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air*, Copenhagen, v. 14, n. 7, p. 92-101, 2004.

YANNAS, Simos. Reconceiving the built environments of the gulf region: challenging the supremacy of air conditioning. *Art Reference Services Quarterly*, Dubai, n. 7, p. 20-43, 2008.

Nota da Autora

A autora agradece a Anésia Barros Frota e Klaus Bode pelas conversas instigantes e pelos questionamentos que foram fundamentais para a conquista do pensamento crítico apresentado neste texto. Agradece também à instituição Norman Foster Foundation, de Madri, e ao seu departamento Archive, pelas imagens concedidas e a Eduardo Gaspardo Lima pelo tratamento de imagens.

Nota do Editor

Data de submissão: 29/08/2019

Aprovação: 17/10/2019

Revisão: Tikinet Edições LTDA.

Joana Carla Soares Gonçalves

Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Rua do Lago, 876, Butantã, São Paulo - SP - Brasil - CEP 05508-080
University of Westminster. Faculty of Architecture and the Built Environment.
Marylebone, London NW1 5LS, United Kingdom
Architectural Association School of Architecture.
36 Bedford Square, Bloomsbury, London WC1B 3ES, United Kingdom
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7409-1852>
jocarch29@gmail.com