



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VIIELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **ANÁLISE QUALITATIVA DE TRÊS EDIFÍCIOS ALTOS REPRESENTATIVOS DE UMA NOVA GERAÇÃO SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE**

**Erica Mitie Umakoshi (1) Joana Carla Soares Gonçalves (2)**

(1) Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, (2) Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, Environment and Energy Studies Programme, Architectural Association Graduate School, AA School of Architecture, London, UK

### **RESUMO**

Este trabalho tem por objetivo a elaboração de uma visão crítica sobre os edifícios altos apresentados, nas últimas duas décadas, como sustentáveis, destacando características do projeto arquitetônico em relação ao desempenho ambiental. Para isso, foram analisados três estudos de caso, em relação aos conceitos e definições sustentabilidade em projeto, incluindo critérios de desempenho ambiental do edifício, recursos tecnológicos para a eficiência energética, e, impacto do edifício no entorno imediato, além de questões globais sobre o tema da arquitetura e da sustentabilidade. Os edifícios selecionados para a análise qualitativa são: 1. 110 Bishopsgate (Heron Tower), 2. 122 Leadenhall, em Londres; 3. One Bryant Park, em Nova York. O método de análise qualitativa e comparativa dos projetos foi elencando em um conjunto de temas: o impacto visual e a paisagem urbana, o impacto ambiental no entorno e conforto do pedestre, o impacto na mobilidade urbana, a ventilação e iluminação natural, o conforto térmico e qualidade do ar interno, a eficiência energética, comunicação e integração dos espaços internos, expressão arquitetônica e outras questões relevantes de arquitetura e sustentabilidade. Dessa forma, foi possível organizar em uma tabela comparativa esses três estudos de caso somados a dois edifícios referenciais para melhor entender as diferenças e as semelhanças dos conceitos de sustentabilidade utilizados no processo de projeto.

Palavras-chaves: Edifício Alto, Desempenho Ambiental, Sustentabilidade, Conforto e Eficiência Energética.

### **ABSTRACT**

This paper presents a qualitative analysis of three office tall buildings named as sustainable, constructed or proposed on the last two decades. The three case studies are on different urban, socioeconomic and cultural context, and were analyzed based on design sustainable concepts, including environmental performance criteria, technological resources for energy efficiency, and the building impact on the immediate surroundings. The three selected buildings are: 110 Bishopsgate and 122 Leadenhall, in London; and One Bryant Park, in New York. The information of Commerzbank included fieldwork, whilst the analysis of the other buildings was based on design data from different sources, including planning application documents. The qualitative analysis method is comparative and considers: visual impacts and urban skyline, environmental impact and pedestrian comfort, urban mobility, natural ventilation and daylight, thermal comfort and air quality, energy efficiency, visual integration of internal spaces, and architectural design. As a result, this three case studies added to another two reference cases and organized them in a comparative table to better understand the differences and the similarities of the sustainable design concepts involved.

Keywords: Tall building, environmental performance, sustainability, comfort and energy efficiency

## 1. INTRODUÇÃO

Grandes cidades norte-americanas, como Nova York e Chicago, começaram a desenvolver os seus modelos de edifícios altos no final do século 19. Os primeiros edifícios foram balizados pelas tecnologias da época, que restringiam tanto a altura, dadas as limitações de estrutura e acessibilidade, como a profundidade, possibilitando o máximo aproveitamento da iluminação e ventilação natural. Contudo, foi a partir da Segunda Guerra Mundial que passaram a ser construídos e difundidos pelo mundo os edifícios altos do “estilo internacional”. As novas tecnologias da época, como o ar condicionado, os elevadores de alta velocidade, o aço e a cortina de vidro permitiram o incremento da altura e da profundidade das plantas, além das fachadas sem aberturas diretas para o exterior (seladas), isolando o edifício do meio externo, modelo esse que passou a ser exportado e copiado, como símbolo da pujança econômica da época.

No entanto, a crise energética dos anos 1970 chamou a atenção do mundo para a tipologia do edifício alto selado, um grande consumidor de energia, surgindo como solução, nos anos 1980, os edifícios inteligentes (ANDRADE, 2000). Há que se frisar, entretanto, que a eficiência dos sistemas prediais, ainda que tenha reduzido o consumo energético, não chegou a causar modificações significativas nos padrões da arquitetura comercial, na maioria dos casos. Verifica-se, ademais, que as mudanças na arquitetura começaram a ganhar importância na agenda internacional com a apresentação do Relatório de Brudtland (1987) e da Agenda 21 (1992), que trataram das questões de sustentabilidade como a grande preocupação do século 21.

Destaca-se nesse momento o projeto do Hong Kong and Shanghai Bank Headquarters (1986), primeiro edifício alto com considerações ambientais e que utiliza o átrio central como estratégia para iluminação natural e melhor qualidade ambiental. Porém, foi com o projeto do edifício Commerzbank (1998), em Frankfurt, que a ventilação natural foi reincorporada no edifício alto de escritório, resultando em um desempenho ambiental de destaque.

## 2. CONTEXTOS CLIMÁTICOS:

Buscando um melhor entendimento do impacto dessas torres no ambiente urbano de cada cidade, é preciso conhecer o contexto climático das cidades em questão: Londres, Frankfurt e Nova York. O conhecimento do clima local e a correta avaliação de um diagnóstico climático permitem tomadas decisões importantes em prol do conforto ambiental dos usuários e da eficiência energética da edificação. Cabe ressaltar que as informações retiradas do diagnóstico climático são referentes aos ambientes externos, sendo assim, para alcançar o conforto dos usuários no ambiente interno é necessário o conhecimento de outras variáveis que influenciam o desempenho ambiental do edifício, como forma, orientação, materiais, componentes construtivos, ocupação, equipamentos e horário de funcionamento, sendo das 8:00 às 18:00 horas.

A cidade de Londres possui um clima frio, e a necessidade maior neste caso é de aquecimento no período de ocupação em 62% das horas de ocupação. Além disso, nos períodos de inverno a umidade relativa é alta, cerca de 70% no mês de janeiro. E no verão os riscos de desconforto são trazidos principalmente pelas altas umidades e não pela temperatura do ar que é amena, cerca de 25°C, com isso, a estratégia recomendada é a ventilação e não necessariamente o ar condicionado. Com respeito às condições climáticas, a cidade de Frankfurt possui características semelhantes ao clima de Londres, concentrando os períodos de conforto no verão, cuja temperatura máxima é de 23°C em agosto, onde o calor é gerado pela alta umidade, cerca de 80%. Neste caso, a estratégia recomendada para a retirada da carga térmica interna é a ventilação. No período de inverno verifica-se a necessidade do aquecimento ativo.

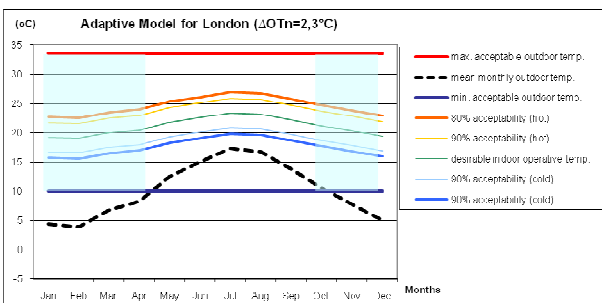


Gráfico 1 – Modelo adaptativo para a cidade de Londres.

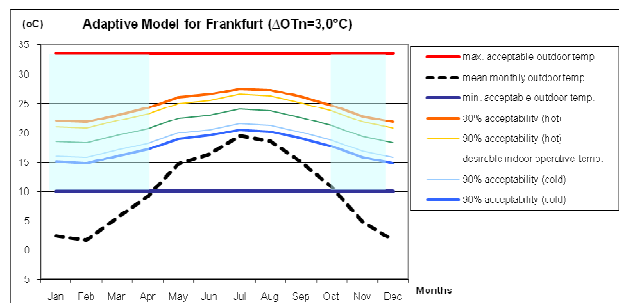


Gráfico 2 – Modelo adaptativo para a cidade de Frankfurt.

Outra cidade que possui condições climáticas semelhantes às apresentadas é Nova York. Os dados climáticos da cidade indicam que não há necessidade da utilização de ar condicionado para resfriar o ambiente, e pelo

contrário necessita em 51% do período de ocupação de aquecimento ativo, possui um período curto de conforto, em torno de 15% do período de ocupação, principalmente pelo frio. Nos meses de verão a temperatura máxima chega a 28°C, que pode ser resolvido por incremento na ventilação e massa térmica.

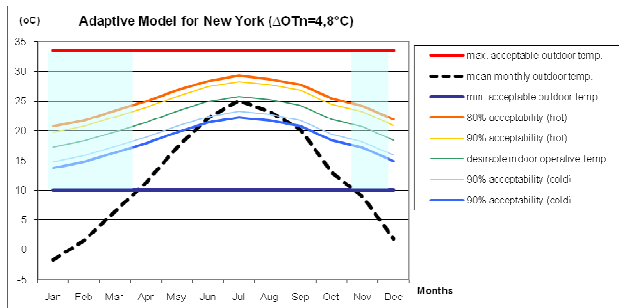


Gráfico 3 – Modelo adaptativo para a cidade de Nova York.

alteração das temperaturas externas, esse modelo foi utilizado no projeto do Commerzbank, em Frankfurt, reconhecido pela ASHRAE (2009).

### 3. PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO

Buscando um entendimento mais aprofundado desta nova geração de edifícios altos, foram selecionados edifícios que destacaram a questão da sustentabilidade no processo de projeto. Visando uma melhor compreensão das questões de sustentabilidade ligadas a esse processo foram selecionados projetos situados em diferentes países, porém todos embasados pelo argumento do desempenho ambiental.

É importante ressaltar, que as questões de sustentabilidade ficam restritas a análise do projeto desses edifícios com os seguintes critérios qualitativos:

- Impacto Visual e Paisagem: Inserção do edifício em um conjunto já existente (cluster); inserção numa política de planejamento de edifícios altos; criação de um ícone geográfico; não interferência em centros históricos ou monumentos isolados.
- Conforto do Pedestre e Impacto Ambiental no Entorno: Tratamento de possíveis turbulências com proteções, precaução na implantação; projeção de sombras indesejáveis no entorno; impacto da verticalidade nos níveis mais baixos da cidade.
- Expressão Arquitetônica: Síntese entre tecnologia, forma, orientação e outros aspectos arquitetônicos para o desempenho ambiental do edifício.
- Luz Natural: Planta estreita; Pé-direito superior a 2,70m; fachada com proteções solares; vidros especiais que controlam o ofuscamento.
- Ventilação Natural: Aproveitamento do vento ou criação do efeito chaminé para o condicionamento maior eficiência do ar condicionado.
- Eficiência Energética: Redução do consumo de energia comparado aos padrões locais; geração de energia; redução do impacto de demanda na rede; inclusão de estratégias passivas de iluminação e ventilação; estratégias de tratamento de fachada para redução do consumo de energia.
- Comunicação dos Espaços Internos: Promoção de convivência e das interações sociais no interior do edifício, pela comunicação visual no interior do pavimento, área do uso comum dimensionamento de plantas.

## 4. ÍCONES DO CENÁRIO INTERNACIONAL

### 4.1. Commerzbank (1998, Frankfurt, Alemanha)

A nova sede do Commerzbank (Figura 1) em Frankfurt foi objeto de concurso internacional em 1992, que premiou o escritório de arquitetura Norman Foster and Partners, que possuía, na época, uma equipe de engenharia especializada em edifícios altos. O objetivo do concurso era criar um espaço de trabalho com boa comunicação interna entre os usuários, que gerasse um incremento na produtividade, somado às questões ambientais e o menor consumo energético. Para isso, foram utilizados sistemas prediais que balanceavam estratégias passivas de iluminação e ventilação, e modos ativos de iluminação de climatização, permitindo que o edifício pudesse funcionar de acordo com o clima externo. Esses sistemas podem ser controlados pelos usuários do edifício, o que gera, até hoje, uma grande satisfação desses usuários.

O edifício possui 56 pavimentos, 258 metros de altura, e é composto por três torres interligadas pelo core dos elevadores, que forma um volume triangular. Em altura o edifício é dividido em grupos de 12 pavimentos chamados de vilas. Cada vila possui três jardins de pé-direito quádruplo, um em cada orientação. Devido à

presença dos jardins e do átrio, que levam luz natural e ventilação natural para o interior do edifício, esse pode romper o limite de altura e chegar aos 258 metros (Figura 2).

O edifício faz parte de um conjunto de torres no centro financeiro da cidade, e devido a sua localização, existe uma boa conexão com as linhas de metrô, ônibus e trams, com isso estão disponíveis apenas 300 vagas para automóveis e 200 vagas para bicicleta. O embasamento da torre possui 6 pavimentos residenciais, sendo o acesso principal realizado por uma escadaria que leva até uma praça de alimentação de acesso público. O edifício é recuado do alinhamento da calçada, o que não provoca o desconforto por ventos no nível do pedestre.

A legislação alemã é muito rigorosa com relação à iluminação dos postos de trabalho, para atender as exigências, o edifício foi organizado entorno de um átrio central, que oferece iluminação natural e ventilação aos pavimentos. O ofuscamento dos postos de trabalho é controlado por persianas que são reguladas pelos usuários. A forma triangular do edifício eliminou a orientação oeste, muito vulnerável aos ganhos excessivos de calor no verão.



Figura 1 –Commerzbank

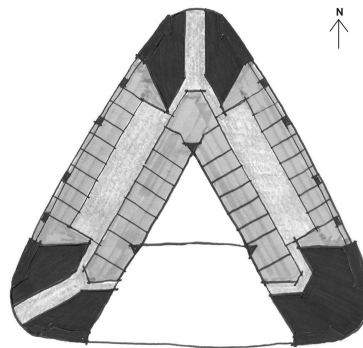


Figura 2 – Planta do Commerzbank

Os estudos de sombra realizados mostraram que o edifício não causa sombras excessivas em parques ou praças, de acordo com os critérios estabelecidos pela prefeitura. E com relação à ventilação urbana, o edifício demonstrou um desempenho positivo, incrementando-a, tendo visto que no verão há pouca ocorrência de ventos (GONÇALVES, 2010).

Em relação à ventilação natural, esta ocorre tanto pela fachada externa, como pela interna ao átrio sempre que as condições climáticas externas permitirem. Mesmo que não houver correntes de vento, a ventilação é feita através do efeito chaminé a partir do jardim inferior ao jardim superior de cada vila. A fachada possui caixilho de vidro duplo que abre diretamente ao meio externo, com a proteção de um vidro simples contra as correntes de ventos. A fachada interna voltada para o átrio possui vidro simples, que também abre para a ventilação. Se as condições meteorológicas externas forem favoráveis, ascende-se uma luz indicativa na janela e o usuário decide se quer abrir ou não, sabendo que caso não o faça não haverá suprimento de ar por meios mecânicos. Caso as condições externas não favoreça a ventilação natural as aberturas são automaticamente travadas, sem a possibilidade de intervenção do usuário. O sistema de resfriamento de ar é feito por forros gelados e ventilação mecânica, e o aquecimento por meio de aquecedores convencionais.

O edifício possui uma boa integração dos espaços internos através do átrio central e dos jardins. O convívio social é feito nos jardins, que são muito utilizados pelos usuários tanto para descanso como para trabalho e reuniões. As áreas de trabalho são subdivididas em salas com divisórias de vidro, garantindo que o usuário, ou um pequeno grupo, possa conseguir o seu conforto térmico ao abrir as janelas sem causar o desconforto de outros usuários, como aconteceria em um edifício de planta livre.

#### 4.2. Swiss Re (2004, Londres, Inglaterra)

O edifício da empresa de seguros Swiss Re (Figura 3), projetada por Foster and Partners, com 41 pavimentos e 180 metros de altura, está localizado em uma região que concentra a vocação para a construção de edifícios altos em Londres, o bairro The City. No terreno já havia sido propostos outros edifícios altos, como a Millennium Tower(1996) de 92 pavimentos, do mesmo escritório de arquitetura, porém não recebeu a autorização devido a sua proporção com a cidade. Com isso, foi enviada a Corporation of London outra proposta com 30 pavimentos a menos, que também foi indeferida. Somente com a compra do terreno pela Swiss Re que foi possível desenvolver um projeto no qual a altura fosse compatível com a área escolhida. As

informações apresentadas abaixo sobre o edifício fazem referência aos dados de projeto, e não do edifício em operação (BDSP,1998).

A concepção do edifício, tanto da fachada como dos espaços internos, foi baseada no ambiente de trabalho climatizado de Buckminster Fuller dos anos 1970, os quais possuíam envoltórias de módulos triangulares e com jardins internos. O edifício possui uma forma arquitetônica que se destaca na paisagem, de planta circular com diâmetros variáveis. Possui seis jardins verticais que vão rotacionando até atingirem o topo do edifício, cada jardim determina uma vila de 6 pavimentos(Figura 4). A fachada é inteiramente envidraçada com diferenciação de cor no vidro dos jardins.

Faz parte de um cluster de edifícios altos com altura variando entre 84 a 183 metros de altura, assim o impacto visual causado pela construção da Swiss Re é minimizado. A sua forma inusitada é o que diferencia dos edifícios vizinhos e faz desse um marco na paisagem da cidade. Devido a sua forma de dupla curvatura, os efeitos de ventos são minimizados no nível do pedestre. Estudos no túnel de vento e em simulações computacionais previram um impacto positivo sobre a ventilação urbana do entorno. A forma curva também permite maior visão do céu a partir do nível térreo e dos pavimentos mais baixos dos edifícios vizinhos, possibilitando um maior acesso da luz natural e mesmo da insolação(BDSP,1998). 80% da área do térreo é pública. Por sua localização central, o empreendimento é bem servido de transportes públicos como ônibus e metrô.



Figura 3 –Swiss Re

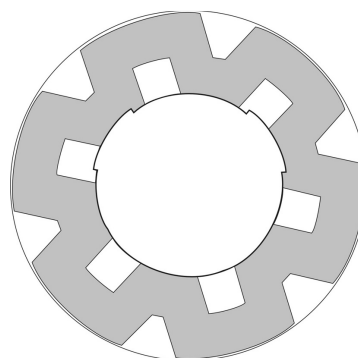


Figura 4 – Planta do Swiss Re

A iluminação natural é garantida pela fachada envidraçada e pelo átrios, porém não possuem o mesmo desempenho que o Commerzbank, pois os átrios tem menor dimensão e o vidro é de cor escura. A previsão, em projeto, de 20% de economia no consumo energético para a climatização em decorrência da forma(BDSP,1998). As fachada possuem vidro triplo e não podem ser abertas para a ventilação natural. A externa possui vidro duplo acompanhada de uma cavidade ventilada, na qual localiza-se uma persiana e em seguida um vidro simples. Nos jardins, a fachada possui vidro duplo e pode ser aberta. Foi projetado para operar com ventilação natural através dos átrios sempre que a temperatura externa for superior à 5°C e inferior à 26°C, no entanto sabe-se que houve um fechamento desses átrios, o que obriga o edifício operar 100% do tempo com condicionamento artificial.

## 5. ESTUDOS DE CASO

### 5.1. 110 Bishopsgate - Heron Tower (em construção, Londres, Inglaterra)

#### 5.1.1 *Resumo:*

A Heron Tower (Figura5) foi projetada pelo escritório de arquitetura Kon Pedersen Fox International, possui 183 metros de altura e 42 pavimentos. Seguiu quatro diretrizes principais: atender às demandas de mercado, produzir uma arquitetura de referência, utilizar conceitos de sustentabilidade, e reforçar a paisagem urbana, gerando um impacto positivo na paisagem da cidade. A Heron Tower foi um dos primeiros projetos que passou por um intenso processo de estudos de impactos ambientais, e outras questões da sustentabilidade até a sua aprovação(KPF,2001). O projeto buscou incorporar estratégias que minimizassem o impacto ambiental do edifício, tendo sido avaliado pelo BREEAM, obteve a classificação excelente. Assim como no caso do edifício Swiss Re, as informações a seguir são dados de projeto.

#### 5.1.2 *Expressão Arquitetônica:*

O edifício é dividido em 11 vilas de 3 pavimentos cada (Figura 6), que permite uma melhor iluminação natural e a comunicação visual entre os pavimentos. A fachada de vidro buscou criar uma transparência durante o dia e luz à noite, contrastando com as tipologias do entorno. O core de circulação vertical está

localizado na fachada sul, que protege o edifício dos ganhos solares dessa orientação, e gera uma planta mais livre.

### 5.1.3 Impacto Urbano:

O edifício vem compor a paisagem da City caracterizada por edifícios altos. Com relação a interferência nos principais pontos visuais da cidade, a Heron Tower não irá impactar negativamente na Catedral de St. Paul, no Palácio de Westminster, e no Tower of London, de acordo com o parecer da instituição English Heritage, recebendo aprovação para a sua construção, com apoio do CABE.

Foram realizados estudos em túnel de vento e constatou-se que não haverá uma mudança significativa nos regimes de ventos, porém foi verificado um acréscimo na velocidade dos ventos no nível do pedestre, que será resolvido com a colocação de vegetação de copas altas no local. Não haverá prejuízo do entorno com relação às sombras projetadas com a construção do edifício(KPF, 2001).

Por possuir localização central em Londres o empreendimento é bem servido com relação ao transporte público, tanto de ônibus, como de metrô. Possui apenas 10 vagas de estacionamento para automóveis, e 51 vagas para bicicletas. O terreno do edifício é rodeado por vias de tráfego de veículos, assim, considerando os aspectos urbanos foi proposta a transformação de uma das quatro vias de circulação em passagem de pedestres, e o alargamento da outra via, visando melhorar a fluidez do tráfego local. Com isso, será criada uma praça pública, e também, irá melhorar a qualidade do trânsito no local.



Figura 5 –110 Bishopsgate

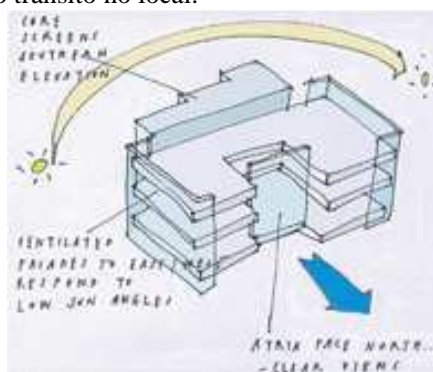


Figura 6 –Vilas de três pavimentos

### 5.1.4 Desempenho Ambiental do Edifício:

Com o formato da planta em U, nenhum dos usuários fica mais de 9 metros do perímetro do pavimento onde é feita a captação de luz natural. O átrio está voltado para a fachada norte, orientação essa com a maior exposição à radiação difusa. Possui fachadas ventiladas, mas não possui ventilação natural. O edifício é condicionado artificialmente durante todo o período de ocupação. A fachada é composta por vidro duplo, cavidade ventilada com proteção solar, e vidro interno simples. O ar aquecido no interior do edifício é sugado pela cavidade e expelido para o ambiente externo. O sistema de condicionamento do ar é descentralizado, possuindo uma central em cada vila. O condicionamento do ambiente é feito por insuflamento de ar frio no verão, e no inverno, de ar aquecido. Existe ainda, o fornecimento de água gelada, que pode ser usada pelo inquilino em estratégias de climatização de menor consumo energético como os forros gelados.

### 5.1.5 Outras Questões de Arquitetura e Sustentabilidade

Este empreendimento prevê o reuso das águas cinzas. Existe a possibilidade no futuro de geração de energia através de painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas colocadas na fachada sul, essa proposta é denominada de “parede ativa”.

## 5.2 122 Leadenhall Street (em construção, Londres, Inglaterra)

### 5.2.1 Resumo:

A cidade de Londres vem recebendo em sua malha urbana medieval, diversos empreendimentos de edifícios altos. O 122 Leadenhall (Figura 7), projeto do escritório de arquitetura Rogers Stirk and Harbour + Partners, com 52 pavimentos e 224 metros de altura, será construído em frente a outro edifício emblemático, do mesmo escritório, da década de 60, o Loyd's Bank. Preocupada em não afetar as grandes visuais da cidade, a arquitetura desenvolveu uma torre de 52 pavimentos, que à medida que sobe em altura, diminui 750 mm em cada pavimento, chegando assim a uma forma triangular. As partes servidas e as que servem foram

estrategicamente separadas, os elevadores, os banheiros e escadas estão em uma torre fisicamente separada, localizada na fachada norte.

O projeto começou a ser desenvolvido em 2002, foi submetido ao Corporation of London em setembro de 2004, e aprovado em abril de 2005. Para a sua aprovação o projeto foi analisado por diversos órgãos entre eles o CABE e o English Heritage, ambos foram muito positivos e incentivaram a construção da torre, pois acreditaram ser uma boa arquitetura que irá trazer benefícios tanto econômicos e como de imagem de cidade de negócios para Londres, reforçando ainda, a Eastern Cluster. Todo o material submetido para análise do Coporation of London está disponível ao acesso público no site da instituição (GONÇALVES, 2010).

### 5.2.2 *Expressão Arquitetônica:*

Possui uma forma arquitetônica que se destaca na paisagem por reduzir o tamanho das lajes à medida que sobe em altura, criando um formato triangular. A maior fachada do edifício é voltada para o sul, o que leva a adoção de proteções solares internas na fachada para evitar o ofuscamento. A fachada norte possui tratamento diferenciado com relação às outras fachadas, devido à sua função, que abriga as torres de circulação vertical e os serviços. A estrutura cria um ritmo na fachada, dividindo o edifício a cada 7 pavimentos, essa modulação também é a modulação da fachada ventilada e das vilas no edifício.



Figura 7 –122 Leadenhall



Figura 8 –Planta

### 5.2.3 *Impacto Urbano:*

O terreno tem área de 2.700 m<sup>2</sup> e não faz parte de uma área tombada (conservação), não está dentro de nenhum corredor visual. Existem alguns edifícios tombados no entorno: a igreja St. Helen's Bishopsgate, St. Andrew Undershaft, e a fachada do edifício 140-144 da Leadenhall Street. Quando construído, será o quinto edifício mais alto de Londres ficando atrás do London Bridge Tower, Bishopsgate Tower, Minerva Tower e outra torre na Canary Warf.

O projeto tem um impacto nas visuais do Tower of London e da St. Paul Cathedral menor que a Swiss Re (construído), a Minerva Tower (em construção) e a Heron Tower (em construção). Como a Swiss Re já está construída, admitiu-se que o impacto desta nova torre não iria causar mais problemas nas principais visuais. O English Heritage avaliou o edifício antes de ir à prefeitura, este órgão é o responsável pelas visuais e também pela conservação dos imóveis tombados. O órgão emitiu um relatório afirmando que o edifício não irá influenciar negativamente o skyline da cidade pois, estará inserido dentro do cluster que já existe.

O embasamento da torre terá 7 pavimentos que irão abrigar lojas, espaços para exposições, e uma praça com vegetação, que irá fazer uma ligação com a St Hellen Square. Acima desses andares haverá bar e restaurante acessados por um elevador de vidro, promovendo assim um Oasis neste centro altamente denso da cidade de Londres. Aproximadamente, 80% do pavimento térreo será de uso público.

Foram feitos estudos de impacto no transito local tanto de veículos e de pedestres e concluiu-se que o empreendimento possui o nível máximo no Public Transport Acessability Level, seis, excelente, pois fica a uma quadra da Liverpool Street, e das estações Bank e Monument. Devido à localização na City, e a proximidade do transporte público, o empreendimento terá apenas 22 vagas para estacionamento, sendo que segundo o órgão regulador de empreendimentos sustentáveis (UPD), este empreendimento, pela sua área, deveria ter no máximo 56 vagas. Para incentivar o uso de bicicletas terão 339 vagas e facilidades aos usuários como vestiários com chuveiros. Porém, o Transport for London considerou insuficiente o número

de vagas, sendo recomendado o valor mínimo de 767 vagas do London Cycle Network Design Manual. O espaço para guardar as bicicletas se localiza no subsolo 1, com acesso por rampa, no subsolo 2 estão geradores, transformadores, reservatórios de água, e no subsolo 3 as vagas de estacionamento.

#### 5.2.4 *Desempenho Ambiental do Edifício:*

Como resultado dos critérios de inserção urbana, as fachadas principais estão nas orientações norte e sul (com a torre de circulação vertical localizada na fachada norte).

Possui ventilação natural da fachada, composta por vidro duplo e um vidro simples externo, com aberturas a cada sete pavimentos, para tomada e extração do ar quente, o vidro utilizado na fachada dupla é de baixa emissividade. Existe um sistema de persianas internas ao vidro duplo que é modificada conforme às necessidades de cada ambiente. Cada andar terá um sistema mecânico que providenciará ar externo. Possui sistema de recuperação de calor (heat recovery).

Com relação à organização interna, o edifício pode ser ocupado por um ou múltiplos locatários. Os andares locáveis são do 5º ao 45º, sendo os 4 últimos, do 46º ao 49º, pavimentos técnicos. As plantas são retangulares, a medida que sobem em altura reduzem a sua profundidade em 750 mm por pavimento (Figura 8). Para a área de escritório foram calculados 10 m<sup>2</sup>/ pessoa.

### 5.3 **Bank of America at One Briant Park (2009, Nova York, Estados Unidos)**

#### 5.3.1 *Resumo:*

O projeto do edifício One Bryant Park (Figura 9), 54 pavimentos e 366 metros, foi desenvolvido pelo mesmo escritório de arquitetura e mesmos empreendedores do Four Times Square, Cook and Fox Architects e Durst Organization, que na época de sua construção (1999) foi considerado o primeiro edifício alto dos Estados Unidos a empregar questões ambientais no seu projeto, aclamado como precursor de uma nova geração de edifícios no país. A busca pela qualidade ambiental do edifício One Bryant Park pode ser considerada uma evolução dos conceitos do Four Times Square, tanto em desempenho ambiental como energético. Aclamado como o edifício alto mais ambientalmente consciente do mundo, será o primeiro edifício a receber o LEED Platinum do U.S. Green Building Council. As principais estratégias estão ligadas ao consumo eficiente da água, a qualidade do ar interno, a utilização de materiais reciclados e recicláveis, a utilização de estratégias ambientais de última geração, além da tecnologia de fachada dupla e de vidros de alto desempenho. Haverá também 4.6 megawatts de co-geração de energia no local. Além da arquitetura dita de última geração, os empreendedores irão reconstruir o histórico Henry Miller's Theater, datado de 1918.

#### 5.3.2 *Expressão Arquitetônica:*

Um edifício todo em vidro, que os empreendedores afirmam ser como um Crystal Palace, de plantas profundas e core centra, tipicamente norte-americano. As fachadas possuem inclinações diferentes, o que foge, em partes, das plantas totalmente quadradas .



Figura 9 –Bank of America at One Briant Park

#### 5.3.3 *Impacto Urbano*

O edifício está localizado no lado oeste da Six Avenue, entre as ruas 42 e 43. O edifício chega diretamente ao solo, sem nenhum tratamento, ou seja, não possui um embasamento diferenciado, ou algum tipo de contra o efeito dos ventos e turbulências, comuns no entorno dos edifícios altos em cidades ventosas. Nos documentos públicos não há nenhuma demonstração ou citação de estudos realizados nesse sentido.



Possui conexão subterrânea que acessa as linhas B, O, F e V do metrô, e passagens de pedestre interligando as ruas 42 e 43

### 5.3.4 Desempenho Ambiental do Edifício

O pé-direito é maior que o convencional, e a utilização de vidros de alta transparência (low iron, low-e), otimiza a entrada da luz natural e com isso, aumentando a eficiência energética do empreendimento. A fachada dupla permite, segundo os empreendedores, o aumento da oferta de luz natural sem comprometer o sistema de refrigeração com o ganho excessivo de calor. Utilização de um sistema automático de controle e variação da luz natural (COOK, 2005).

Pioneiro sistema de insuflamento de ar frio pelo piso, com controle individual nas estações de trabalho, aclamado pelos projetistas como um sistema mais eficiente e mais saudável de resfriamento e aquecimento. Possui sistema de filtragem que filtra 95% das partículas presentes no ar, ozônio e componentes orgânicos voláteis, devolvendo ao meio ambiente um ar mais puro do que foi coletado. Além disso, possui também, sistema de monitoramento de níveis de CO<sub>2</sub>, que ajusta a quantidade de ar puro quando necessário (COOK, 2005).

Com relação à organização interna, caracteriza-se por plantas profundas com núcleo central, podendo ser dividido em até quatro inquilinos, não existindo comunicação visual entre os pavimentos.

### 5.3.5 Outras Questões de Sustentabilidade

Terá reuso de água cinza e coleta de água da chuva, reduzindo em 50% de uso de água potável, com zero contribuição de água da chuva para o sistema. Esta água será utilizada nos descargas e nas torres de refrigeração. Utilizarão de materiais reciclados e recicláveis, e de baixa emissão de VOCs, com 50%, no mínimo, de materiais reciclados ou recicláveis. A meta é reduzir em 50% de consumo de energia em relação a um edifício convencional. Gerará 70% da energia anual que ele consome, sendo 5,1 Megawatt de co-geração de energia através do gás natural. Utiliza o princípio geotermia, que foi pensado em um sistema que utiliza as águas subterrâneas que tem a temperatura constante de 14°C, para auxiliar no sistema de resfriamento no verão e aquecimento no inverno (COOK, 2005).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise qualitativa desses estudos de caso permitiu uma subdivisão dos edifícios em três grupos: edifícios de referência, projetados antes de 2004, a partir de quando se elegeu os casos mais recentes – em um 2º momento da geração dos edifícios internacionais de maior desempenho ambiental. Com isso, os edifícios foram divididos em: edifícios de referência (Commerzbank, Swiss Re e Heron Tower); edifícios guiados por uma legislação local restritiva (122 Leadenhall); e aqueles voltados ao mercado imobiliário local (One Bryant Park) (Tabela 1).

Com relação à expressão arquitetônica desse grupo de edifícios, notou-se que não há, entre eles, uma uniformidade para a criação da chamada estética “verde” ou sustentável. Os projetos são diferentes na forma e na organização dos espaços, e procuram atender de modo particular os interesses ambientais e o desejo pela imagem de ícone. Entretanto, essa geração foi ganhando transparência e aumentando a área envidraçada da fachada com o intuito de otimizar a iluminação natural dos ambientes internos, o que afeta diretamente o desempenho ambiental desses edifícios.

Tabela 1–Tabela comparativa dos edifícios analisados.

	Commerzbank	Swiss Re	Heron Tower	122 Leadenhall	One Bryant Park
Impacto Visual e Paisagem	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓
Conforto do Pedestre e Impacto Ambiental no Entorno	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓
Expressão Arquitetônica	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓
Luz Natural	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓
Ventilação Natural	✓✓✓	✓✓	✗	✗	✗
Eficiência Energética	✓✓✓	✓✓	✓✓✓*	✓✓✓*	✓✓**
Comunicação dos Espaços internos	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
Sistema de Avaliação	Não se aplica	Não se Aplica	*** Spear	BREAM	LEED

Alta eficiência energética para o modelo de edifício selado, incluindo desempenho da fachada.

Não pelas estratégias da arquitetura, e sim pelos sistemas prediais.

Sistema de avaliação citado por Ove Arup, de uso exclusivo e interno do escritório.

Uma característica do edifício que não pode ser medida como a eficiência energética, níveis de iluminação, é a qualidade do ambiente interno, a comunicação dos espaços internos e a consequente satisfação dos usuários. Enquanto o sucesso do empreendimento for medido em reais por metro quadrado, ou dólares por metro quadrado, dificilmente surgirá um edifício como o Commerzbank aqui no Brasil, ou nos Estados Unidos, pois a área destinada aos jardins verticais que seria computada como área perdida, na verdade é área ganha em qualidade ambiental, o que aumenta o conforto e a interação dos usuários, alcançando níveis maiores de produtividade.

Analisando a ventilação natural em edifícios altos, o Commerzbank mostra que muitas barreiras e argumentos que por décadas impediram o sucesso da utilização da ventilação natural nessa tipologia foram ultrapassados. No entanto, a garantia de conforto de um sistema que oferece condições ambientais fixas ainda predomina, mesmo no contexto europeu, como no Reino Unido. Além da sede do Commerzbank, a ventilação natural apareceu nas propostas de projeto para outros edifícios ícones em Londres (30 Saint Mary Axe e 110 Bishopsgate), mas não foi amplamente aceito e posto em funcionamento.

Apesar do carácter inovador e do valor icónico associado a este grupo de estudos de caso, os edifícios (assim como outros exemplos recentes buscaram ser ambientalmente mais responsáveis do que os seus antecessores e que não faziam parte dos estudos de casos selecionados) deve ser entendida como a primeira iniciativa que contraria o modelo convencional, pois eles podem informar e inspirar edifícios ambientalmente mais desafiadores, mas sem a pretensão de serem soluções universais.

Com relação ao tema da avaliação do desempenho ambiental, somente o Commerzbank não passou por um sistema de avaliação que classifica os edifícios “verdes” ou “sustentáveis”. É necessário entender que esses sistemas de avaliação não tem a força de uma legislação, e que deveriam premiar os melhores exemplos, no entanto, acabam gerando falsos paradigmas de desempenho ambiental, com referência às questões energéticas. Assim, é necessário conhecer o processo de avaliação desses sistemas e entender se o projeto buscou atingir os pontos para obter o selo, ou se o projeto é bom e por se destacar conquistou o selo. Com todas essas análises, foi possível compreender melhor a dinâmica da produção do edifício alto dessa nova geração. Enquanto os Estados Unidos e o Brasil buscam atender o mercado através do selo LEED, cidades na Europa como Londres, Frankfurt tem como premissa atender uma legislação mais restritiva além de construir ícones dessa nova arquitetura, com isso, o resultado é uma arquitetura ligada à paisagem urbana e ao conforto dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Cláudia. Avaliação da Ocupação física em edifícios de escritórios: o caso da Editora Abril em São Paulo. 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. ASHRAE Handbook, ASHRAE, Atlanta, GA, 2004.
- ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Climate Design Data**. ASHRAE Handbook, ASHRAE, Atlanta, GA. 2009.
- BDSP Partnership **Swiss Re House, London, Environmental Performance Report, Natural Ventilation** BDSP Partnership, London 1998.
- COOK, R. ‘What is free? How sustainable architecture acts and interacts differently’. United Nations Economic and Social Council Conference on Planning Sustainable Urban Growth and Sustainable Architecture, new York City, 6 June, 2005.
- GONÇALVES, J.; UMAKOSHI, E. **The Environmental Performance of Tall Buildings**. London, Earthscan. 2010.
- KOHN PEDERSEN FOX, OVE ARUP AND PARTNERS INTERNATIONAL. **110 Bishopsgate, Environmental Statement, Part I: Planning Application to the Corporation of London**, Kohn Pedersen Fox, Ove Arup and Partners International, London, 2001.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida..