

## ENVOLTÓRIAS CONTEMPORÂNEAS EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

Mariane Gimenes de Oliveira (IC) e Maria Augusta Justi Pisani (Orientadora)

**Apoio: PIBIC Mackenzie**

### RESUMO

Nas últimas décadas, o sistema de fachadas ventiladas, o qual foi desenvolvido na Europa vem evoluindo em termos tecnológicos devido ao seu desempenho para o conforto térmico e redução do consumo energético. A aplicação deste sistema diminui os custos com a refrigeração e calefação dos edifícios. Análises relacionadas às origens e ao caráter destas envoltórias foram realizadas com enfoque para a sua aplicabilidade em edifícios de escritórios. A pesquisa contempla três estudos de caso, sendo eles os edifícios: o 30 Mary Axe e o Central Saint Giles em Londres e o JK 1600 na cidade de São Paulo. Os três projetos tinham como premissas a adoção de soluções sustentáveis e quanto as envoltórias foram utilizadas as fachadas ventiladas. O método utilizado para a análise está fundamentado em Wood (2013), na obra "*Guide to Natural Ventilation in High Rise Office Buildings*", que possui como critérios de análise: os aspectos da concepção do projeto, os fatores climáticos e a ventilação natural. As características específicas relativas ao clima de cada cidade foram analisadas, quanto à eficiência e funcionamento do sistema. Outro aspecto relevante está associado ao fato do edifício brasileiro ter utilizado as fachadas ventiladas apenas no pavimento térreo. O maior empasse relacionado à aplicação destas envoltórias envolve os custos para sua execução.

**Palavras-chave:** fachadas ventiladas, conforto térmico, ventilação natural

### ABSTRACT

In the last decades, the system of ventilated façades that was developed in Europe, has been improved in technological terms due to its performance for thermal comfort and reduction of energy consumption. The application of this system reduces the costs with the cooling and heating of the buildings. Analyzes were made regarding the origins and character of these façades focusing on their applicability in office buildings. The research contains three case studies: 30 Mary Ax, London Central Saint Giles both situated in London and JK 1600 situated in São Paulo. These projects had in common the application of sustainable solution and façades. In the case of the enclosures were used the ventilated façades. The method used for the analysis is based on Wood (2013), in the book "*Guide to Natural Ventilation in High Rise Office Buildings*", which considers as method of analysis the:

aspects of design, climatic factors and natural ventilation. The climatic differences were analyzed regarding the efficiency and operation of the system. Another relevant aspect is associated to the fact that the Brazilian building has ventilated façades only on the ground floor. This issue exemplifies the biggest concern related to the application of these façades, which still associated with the high costs for its execution.

**Keywords:** ventilated façades, thermal comfort, natural ventilation

## 1. INTRODUÇÃO

A arquitetura contemporânea visa à produção de edifícios mais sustentáveis, para tanto a construção de fachadas de alto desempenho torna-se essencial para melhor performance em termos de conforto ambiental. Porém, a tipologia dos edifícios de escritórios, no Brasil, ainda está associada ao “International Style”, propagado pela internacionalização na era globalizada.

Segundo Figueiredo (2011), o processo internacional de integração econômica fez com que muitos arquitetos propagassem a construção de edifícios hermeticamente fechados, contemplando sistemas de controle de iluminação e temperatura que teoricamente proporcionariam que este tipo de edifício fosse implantado em qualquer parte do mundo.

Com a formação das empresas e corporações organizadas em escala mundial somadas ainda à hegemonia do poder financeiro e bancário, o prédio de escritórios transforma-se em um ícone urbano, presente tanto nas cidades dos países desenvolvidos quanto dos subdesenvolvidos. (SEGRE 2006, p.53).

A concepção dos edifícios de escritórios modernos surgiu apenas no século XIX, impulsionado pelos avanços na área da comunicação. No século XX, segundo Fasanella (2015), o edifício Larking Building (1904) é considerado o primeiro edifício a ser sede corporativa de uma empresa. O desenvolvimento da corrente modernista na arquitetura, principalmente após a década de 1920, proporcionou a propagação do pensamento funcionalista e do chamado estilo internacional, o qual desconsiderava aspectos regionais.

A análise do caso brasileiro realizada por Gonçalves (2003), coloca que a adoção de modelos de edifícios altos americanos na década de 1980 marcaram a tendência de seguir os padrões internacionais, negligenciando as características climáticas local. Acrescentando que da década de 1930 até a de 1960 os edifícios brasileiros demonstravam preocupações sobre o conforto térmico dos usuários, destacando-se pela presença de elementos vazados e *brise-soleil*.

Na década de 1990, conferências como a United Nations Conference on Environment and Development, a qual é conhecida como Eco 92, trouxeram destaque para as questões de consumo energético. Dentro deste cenário os edifícios de escritórios são os que geram grande carga térmica devido a concentração de pessoas e equipamentos.

Tendo em vista a produção de edifícios mais sustentáveis, confortáveis para seus ocupantes e energeticamente eficientes para seus contextos, o uso de estratégias passivas de condicionamento ambiental aparece como alternativa a ser investigada. As estratégias passivas são aquelas que não dependem de meios ativos ou artificiais para sua implementação, como por exemplo, a iluminação natural, ventilação natural, o uso da inércia térmica, resfriamento evaporativo, entre outras. (MARCONDES, 2011, p.4).

No início do século XXI os edifícios de escritórios passam a ser projetados com a prioridade de inserir a ventilação natural em seus ambientes internos, a qual é possibilitada por um condicionamento ambiental misto pela especificação de fachadas mais eficientes. Segundo Projects (2017), o projeto do Commerzbank (1997), de autoria do escritório Foster & Partners estabeleceu questões relacionadas ao conforto no ambiente de trabalho que seriam aprimoradas no Edifício 30 St Mary Axé- Swiss Re HQ, em Londres (2004).

No contexto brasileiro, a maior concentração de edifícios de escritórios encontra-se nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. Analisando as questões relacionadas ao desenvolvimento de fachadas eficientes destacam-se os edifícios da capital paulista. No mercado nacional, predominam as certificações *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e o Processo Alta Qualidade Ambiental (AQUA), que é uma adaptação da certificação francesa Haute Qualité Environnementale HQE. Sobre o âmbito da obtenção das certificações, a concepção das envoltórias dos edifícios comerciais é relevante para as questões de conforto térmico acústico e luminoso.

Dessa forma, em edifícios de escritórios, a ventilação, iluminação natural, quando utilizadas de forma eficiente, geralmente são elementos que se complementam no combate ao consumo excessivo de energia; uma vez que podem contribuir para a diminuição do uso de ar condicionado. (BRUGNERA, 2014, p.35).

O manual para aplicação dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (PROCEL– 2014), coloca que a envoltória pode ser comparada à pele da edificação, sendo composta por elementos construtivos que estão em contato com o exterior.

O maior passo em torno da eficiência energética no Brasil foi a aprovação da primeira iniciativa para promover a eficiência energética através da Lei nº 10.295, de outubro de 2001 (BRASIL, 2001). Esse ato reforçou o Programa

Nacional de Conservação de Energia Elétrica do Brasil (Procel), que lançou seu plano para eficiência energética de edifícios em 2003. Um dos resultados desse plano foi o sistema de etiquetagem de eficiência energética chamado Regulamento Técnico da Qualidade dos Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). (DIDONÉ, WAGNER, PEREIRA, 2014, p.30).

O desenvolvimento dos vidros *low-e*, o qual filtra os raios solares e dos vidros de espectro seletivo, capazes de *filtrar* o comprimento de onda solar mais benéfico para o conforto térmico, contribuíram para a adequação dos projetos aos níveis de eficiência energética. Vale colocar que no caso de certificações como o LEED, a especificação dos vidros, associada ao uso de com fator solar baixo pode contribuir para a obtenção da certificação.

Dentre as novas técnicas construtivas desenvolvidas, destacam-se também as fachadas duplas ventiladas. Esta técnica visa melhorar as questões de conforto térmico e gastos energéticos. Segundo Guimarães (2013), as fachadas duplas ventiladas podem ser classificadas como uma adaptação recente do modelo construtivo de fachadas paredes duplas, através de elementos que promovem a ventilação na cavidade intermediária da parede.

Nos sistema de fachadas ventiladas, as placas de revestimento são fixadas à subestrutura metálica por meio de ancoragem mecânica, Entre a capa do revestimento e o isolante térmico aplicado na alvenaria forma-se uma câmara de ar de no mínimo 2 e no máximo 20 centímetros. É nesse espaço que acontece o efeito chaminé. (GELINSKI, 2012,p.25.)

Dentro dessas premissas, a pesquisa visa abordar as possibilidades construtivas das fachadas ventiladas em edifícios de escritórios no século XXI. Esta análise terá como objeto os edifícios: Central Saint Giles , o qual foi projetado pelo Renzo Piano Building Workshop; 30 St Mary Axes, projeto do Foster and Partners e o JK 1600 do escritório paulistano Aflalo Gasperini Arquitetos.

O arquiteto, Renzo Piano, projetou o complexo Saint Giles (2010), situado em Londres. O programa inclui residências, comércios e edifícios de escritórios. A tipologia de escritórios predomina no projeto, constituindo 390000 m<sup>2</sup> de área construída. De acordo com Buchanan (2010), nas fachadas a entrada de luz natural é controlada, através de placas cerâmicas de cores vivas. Torna-se válido colocar que a fachada ventilada utilizada foi a NBK/ Ter Artt da empresa Hunter Douglas.

A torre 30 St Mary Axes, também situada em Londres, foi concluída em 2004. Este edifício, conceitualmente, desenvolve questões relativas ao conforto previamente abordadas no Commerzbank e no Climaoffice, projetos de Norman Foster. Segundo Projects (2017), os espaços vazios, distribuídos ao longo dos pavimentos, funcionam como “pulmões” distribuindo o ar proveniente de aberturas em painéis das fachadas. Este sistema de ventilação contribui para a redução dos gastos energéticos, o qual consome metade da energia utilizada por edifícios de escritórios convencionais.

O edifício JK 1.600 (2012), em São Paulo, possui certificação Triple A (LEED). Neste projeto, o tratamento da envoltória contribuiu para a viabilidade do projeto como sustentável. De acordo com Gerolla e Ferreira (2013), a fachada ventilada é composta por painéis projetados para que o ar circule entre juntas abertas, devido à diferença de pressão entre a parte interna e externa da fachada. Este sistema de ventilação contribui para o conforto térmico no espaço interno do edifício.

As possibilidades construtivas das envoltórias dos edifícios passaram por mudanças devido aos avanços tecnológicos. A arquitetura contemporânea, inclusive a brasileira, explora as novas possibilidades para produzir edifícios com maior conforto, com menor consumo de energia durante o seu ciclo de vida e adequados as premissas das certificações sustentáveis. Neste contexto, o tratamento das envoltórias especificadas torna-se uma ferramenta de projeto essencial para a gestão de energia dos edifícios de escritórios contemporâneos. As fachadas duplas ventiladas e os vidros com melhor desempenho como o *low-e* passam a ser utilizados na arquitetura comercial, predominantemente.

Dentro dessas premissas, os objetivos desta pesquisa são:

- Analisar a evolução das técnicas construtivas das envoltórias de edifícios de escritórios; com enfoque principal nas fachadas duplas ventiladas e compostas por vidros certificados;
- Compreender as demandas das certificações sustentáveis mais reconhecidas e identificar a influência que estão exercendo nos projetos de escritórios contemporâneos;
- Analisar os aspectos construtivos das envoltórias de edifícios de escritórios no século XXI, tendo como foco principal os projetos definidos como objetos da pesquisa e
- Indicar as principais qualidades dos projetos em termos de eficiência energética e conforto.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A temática relacionada aos sistemas de envoltória está sendo debatida devido a questões relacionadas às suas vantagens em termos de conforto térmico e redução de custos com consumo energético. Barbosa (2014), Mazarotto (2010) e Marcondes (2007) analisaram a utilização das fachadas duplas ventiladas no contexto brasileiro, com enfoque nos edifícios de escritórios, ressaltando as vantagens deste sistema quando comparado às envoltórias simples em vidro.

Vedovello (2012) abordou o processo de desenvolvimento das fachadas e sua execução, ressaltando aspectos relativos à gestão e tecnologias empregadas. Interpreta a fachada como elemento de comunicação entre os meios externos e internos, caracterizando-se como a barreira entre estes dois.

Wood (2013) realiza a análise de estudos de casos, em edifícios que foram concluídos entre 1996 e 2011, sendo que 50% destes objetos de estudo estão localizados na Alemanha. Coloca questões relacionadas ao aproveitamento da ventilação natural e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

O correto dimensionamento da cavidade das fachadas ventiladas é de grande relevância para o seu funcionamento. Aspectos técnicos deste sistema foram abordados por Maciel (2006), Martin (2015) e Moura (2009). Colocando a variedade de materiais que podem ser empregados, sendo a cerâmica a opção de melhor desempenho em termos de conforto térmico. Outra referência utilizada foi a de estudos de caso desenvolvido por YIN (2010).

## 3. METODOLOGIA

O método a ser abordado nesta pesquisa, pode ser elencado nas seguintes etapas:

1. Pesquisa Bibliográfica-levantamentos de conceitos teóricos e práticos em livros, teses, dissertações, manuais técnicos, acadêmicas, revistas e sites especializados;
2. Pesquisa nos sites de escritórios de arquitetura para obtenção de plantas, cortes e detalhes construtivos das fachadas ventiladas;
3. Análise e tratamento dos dados;
4. Identificação das técnicas construtivas de envoltórias mais eficazes no âmbito do conforto da edificação e economia no consumo de energia;
5. A análise dos projetos dos edifícios definidos como objetos da pesquisa está embasada na metodologia desenvolvida por WOOD (2013), empregada para análise de vários edifícios de escritórios.
6. Visitas in loco ao Edifício JK 1600: Registro fotográfico e visita como elementos essenciais para a compreensão do funcionamento da fachada ventilada;

7. Discussão dos dados;
8. Redação Preliminar e
9. Correção e formatação do relatório final.

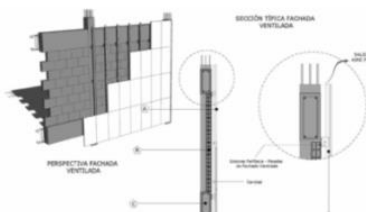
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.11 Fachadas ventiladas

Nos projetos de edifícios caracterizados por altas cargas térmicas decorrentes da ocupação e equipamentos, se fez necessário o desenvolvimento das fachadas ventiladas. Segundo Martín (2016), os países do Norte Europeu e Alemanha investiram para o desenvolvimento dos sistemas de fachadas ventiladas com maior ênfase a partir de 1990. Estes países visavam à possibilidade de implantação das fachadas ventiladas em edifícios considerados altos.

As fachadas ventiladas foram desenvolvidas visando a diminuição dos gastos com refrigeração das edificações, devido ao custo ambiental e econômico. O sistema é formado por: câmara de ar, elementos de fixação, material de revestimento e juntas abertas. Seu funcionamento é associado ao sistema de fixação das placas de revestimento que ocorre por meio de subestrutura metálica, que está representado na figura 1.

Figura 1: Detalhe de ancoragem da fachada ventilada



Fonte: Martín (2016,np)

A fixação está relacionada com a avaliação das dilatações térmicas e movimentos dos componentes da fachada. Segundo Moura (2009) as placas de revestimento fixadas na subestrutura independentes umas das outras, ficam livres para se dilatar de acordo com seu próprio coeficiente, graças ao grau de elasticidade da ancoragem.

A relevância para o desempenho térmico deve-se a variação da densidade do ar no vão projetado que proporciona o “efeito chaminé” e esta circulação regula as temperaturas no interior.

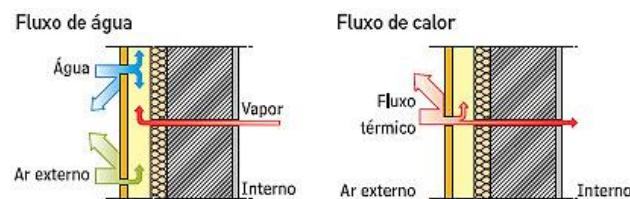
O efeito chaminé se dá com o ar entrando pela parte inferior da fachada e saindo pela superior. As aberturas na porção inferior também servem de saída de água caso ocorra alguma infiltração. A câmara gera uma ventilação contínua que elimina condensações, mantendo o isolamento



térmico seco e permitindo melhor resultado econômico no consumo energético. (GELLINSKI, 2014, p 23).

O movimento do ar pelo vão da fachada deve-se a presença de juntas abertas, as quais não recebem vedações completas nas aberturas inferiores e superiores. O projeto das fachadas deve prever as questões de funcionamento, como a penetração das águas pluviais, como pode ser observado na figura 2. A criação de um sistema eficiente o dimensionamento das juntas, para que a água que adentre se direcione para o painel.

Figura 2: Fluxos na cavidade da fachada ventilada.



Fonte: TECHNE (2009,np).

Além disso, a análise das fachadas ventiladas deve estar associada às características climáticas do local que será inserida:

Em países onde o inverno é mais rigoroso, a câmara de ar normalmente é preenchida com material isolante (lã de vidro ou lã de rocha). Já em países onde a temperatura costuma ser mais elevada, a câmara fica livre para permitir a troca de ar constante, resfriando a vedação e mantendo uma temperatura agradável no interior da edificação (VEDOVELLO, 2012, p 52).

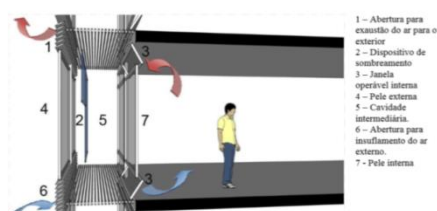
No caso de áreas de clima quente as demandas relacionadas ao condicionamento são por resfriamento. No Brasil, país de clima tropical pouco se usa a camada isolante e dessa maneira as distâncias mais comuns para a cavidade variam de dez a dezesseis centímetros. Segundo Maciel (2006), adaptação do projeto ao seu contexto climático por meio de estratégias passivas é uma ação característica de projetos bioclimáticos. Estes projetos merecem destaque no âmbito da melhoria do conforto aos usuários e consumo energético mais eficiente.

Ao projetar sistemas de janela considerando a adequação climática, o projetista lida com os efeitos do meio externo, que são dinâmicos, e metas que podem ser conflitantes tais como o controle de ganho solar e o aproveitamento da iluminação natural, ambos os elementos provenientes da radiação. Outro exemplo seria o conflito entre ventilação natural e os ruídos que ela permite que chegue ao ambiente (LIMA, 2016, p 70).

#### 4.12 Fachadas duplas ventiladas

Outro sistema de envoltórias é o de fachadas duplas ventiladas, o qual é constituído por duas peles de vidro separadas por uma câmara de ar. A ventilação entre as membranas altera o desempenho da envoltória. Este sistema permite a abertura das janelas para a ventilação natural, facilitando a climatização.

Figura 3: Circulação do ar na fachada dupla ventilada



Fonte: Mazzarotto (2011,p.37).

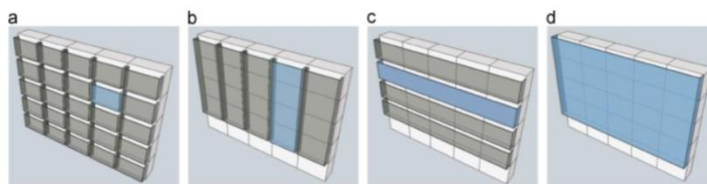
Segundo Barbosa (2014), a definição de edifícios passivos está relacionado a ausência da necessidade de regulação da temperatura por sistemas mecânicos estando associada as decisões do design do edifício tais como: forma, orientação e tratamento das fachadas.

Economia significativa de energia pode ser alcançada quando é possível operar as janelas para ventilação natural dos ambientes, ou aumentar o período em que a ventilação natural pode ser explorada, minimizando o uso de fontes de condicionamento artificiais. (MAZAROTTO, 2011, p 42)

Outro aspecto está relacionado ao fato das fachadas duplas envolverem questões de partido estético ao possibilitarem a construção de edifícios transparentes. Este sistema de fachada aumenta o acesso da luz natural aos ambientes internos, porém devido a essa exposição devem ser previstos dispositivos de sombreamento. Os elementos de sombreamento podem ser fixos ou retráteis, controlados de forma manual ou mecânica. Desse modo, o edifício possui mais adaptabilidade.

Os desenhos das cavidades de ar devem ser estudados para influenciar os resultados da variação das temperaturas internas no edifício. As fachadas podem ser projetadas com variação do tamanho das aberturas o que interfere no desempenho térmico dos edifícios. Oesterle et al. (2001) estabelece um sistema de classificação das fachadas duplas, colocando as vantagens e deficiências das mesmas:

Figura 1: Sistema de classificação das fachadas ventiladas



Fonte: Oesterle (2001,np)

- (a) O tipo de fachada que possui a cavidade entre as duas camadas de fechamento, divididas horizontal e verticalmente ao longo dos eixos da construção. Neste sistema as janelas internas podem ser manipuladas para promover a ventilação natural
- (b) O “*shaft box*” é uma forma de fechamento, na qual forma-se um eixo vertical que se estende por um número determinado de pavimentos. Este sistema requer menos aberturas na pele externa e dessa forma diminui os ruídos provenientes do exterior.
- (c) O tipo “corredor” delimita o espaço intermediário entre as duas peles no nível de cada pavimento, estabelecendo divisões horizontais. Este sistema demanda atenção para evitar a transmissão do ruído do interior do edifício.
- (d) O fechamento com todos os andares com cavidade adjacente verticalmente e horizontalmente. A ventilação da cavidade ocorre por meio de grandes aberturas perto do piso térreo e do telhado. Esta tipologia é adequada onde os níveis de ruído externo são muito elevados.

#### 4.13 Deficiências

O sistema de fachadas ventiladas é custoso em relação aos revestimentos tradicionais. No Brasil, as placas cerâmicas produzidas têm pequenas espessuras e dimensões limitadas provocando o aumento do consumo de metal para o projeto da subestrutura. Os painéis cerâmicos de maior dimensão, apesar de requererem uma subestrutura mais leve, são mais espessos para o uso de ancoragens ocultas, encarecendo a solução.

Sobre o âmbito das fachadas duplas ventiladas, a questão dos custos com a construção também se tornam relevantes. Segundo Harrison e Meyer-Boake (2003), na Europa este custo chega a ser duas vezes maiores, enquanto nos Estados Unidos este valor aumenta para quatro vezes o valor de uma fachada simples. Outro aspecto está relacionado aos custos associados ao ciclo de vida do edifício que são significativos, devido à necessidade de manutenção das fachadas.

#### 4.2 Estudos de caso

Para sintetizar as estratégias empregadas nos três estudos de caso foram elaborados os quadros a seguir:

Quadro 1 : Ventilação

<b>VENTILAÇÃO</b>			
	<b>30 MARY AXE</b>	<b>CENTRAL SAINT GILES</b>	<b>JK 1600</b>
<b>1. Tipo de ventilação.</b>	Modo misto (mixed mode).	Modo misto (mixed mode)	Modo misto ( mixed mode)
<b>2. Estratégia de ventilação natural.</b>	Ventilação cruzada, conectando os espaços internos.	Ventilação nas áreas de trabalho (single sided)	Ventilação cruzada.
<b>3. Estratégia Projetual.</b>	Fachada dupla e átrios.	Fachada ventilada opaca.	Fachada ventilada na superfície do teatro.
<b>4. Cavidade da Fachada.</b>	Variável : de 1 a 4 metros.	20 centímetros.	20 centímetros
<b>5. Continuidade Vertical</b>	4,15 metros, equivalente à distância piso a piso.	3,9 metros, equivalente à distância piso a piso.	5 metros
<b>6. Continuidade Horizontal.</b>	Varia de acordo com a estrutura em diagonal do prédio.	1,5 metros	1,2 metros

Fonte: Autoria própria (2016).

Quadro 2: Informações sobre o projeto

<b>INFORMAÇÕES SOBRE O PROJETO</b>			
	<b>30 MARY AXE</b>	<b>CENTRAL SAINT GILES</b>	<b>JK 1600</b>
<b>1. Data de conclusão</b>	2004	2010	2012
<b>2. Altura.</b>	180 metros.	42 metros	50 metros
<b>3. Número de Pavimentos</b>	42 pavimentos.	14 pavimentos	15 pavimentos
<b>4. Área construída.</b>	64400 m <sup>2</sup>	46 400 m <sup>2</sup>	26.377 m <sup>2</sup>
<b>5. Função.</b>	Escritórios	Uso misto	Uso comercial e teatro com acesso independente
<b>6. Estrutura</b>	Estrutura em aço	Estrutura em aço	Estrutura em concreto armado
<b>7. Profundidade do Plano</b>	35 metros em relação ao eixo central.	Variável- Entre 10 e 15 metros em relação ao eixo.	

Fonte: Autoria própria (2017).

Quadro 3: Características climáticas

<b>CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS</b>			
	<b>30 MARY AXE</b>	<b>CENTRAL SAINT GILES</b>	<b>JK 1600</b>
<b>1. Localização.</b>	Londres, Inglaterra.	Londres, Inglaterra.	São Paulo, Brasil.
<b>2. Posição geográfica</b>	Latitude- 51° 32' N Longitude- 0° 5' O	Latitude- 51° 32' N Longitude- 0° 5' O	Latitude- 24° 29' 15'' S Longitude- 47° 50' 37'' O
<b>3. Classificação Climática.</b>	Temperado	Temperado	Subtropical úmido

4. Direção do vento predominante.	Sudoeste	Sudoeste	Sudeste
5. Velocidade do vento média.	3,6 m/s	3,6 m/s	2,5 m/s
6. Temperatura média anual	11° C	11° C	19,2 °C
7. Temperatura no período diurno nos meses mais quentes.	22° C	22° C	22,4 °C
8. Temperatura no período diurno durante os meses mais frios.	9°C	9°C	15,8° C

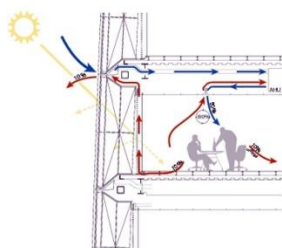
Fonte: Aatoria Própria (2017)

#### 4.2.1 Análise do projeto 30 Mary Axe.

O projeto do edifício foi realizado tendo como premissa adotar medidas sustentáveis. Os espaços destinados à descompressão dos funcionários contribuem para a ventilação e circulação do ar no interior do edifício. A presença destes átrios proporciona a diferença de pressão estimulando a circulação do ar na cavidade da fachada.

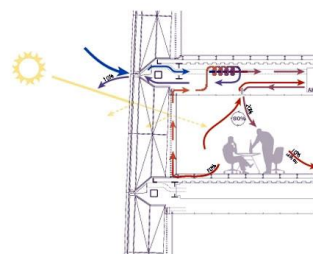
O edifício conta com o sistema BMS (Building Management System), recebendo ventilação natural quando a temperatura externa está entre 5° e 28° C e a velocidade do vento menor que 10m/s. Wood (2013) coloca que quando a temperatura no interior do edifício fica superior a 24°C o sistema de ventilação mecânica é ativado e as janelas continuam abertas. Já quando a temperatura externa supera os 28 °C as janelas externas se fecham e o edifício é ventilado somente por sistema mecânico. Considerando o clima de Londres, esta situação é pouco recorrente. Quando as temperaturas externas estão abaixo do 12°C o edifício passa a fazer o uso do sistema de aquecimento. A dinâmica do funcionamento da ventilação pode ser observada nas figuras 5 e 6.

Figura 2: Aquecimento do ar.



Fonte: Foster and Partners (2017,np)

Figura 3: Resfriamento do ar

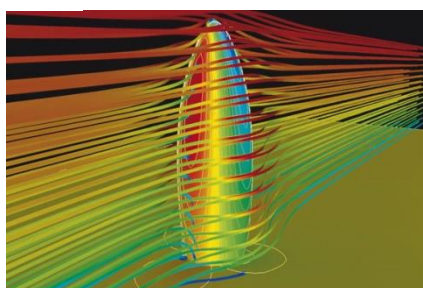


Fonte: Foster and Partners (2017,np)

Um dos aspectos vantajosos das fachadas duplas ventiladas está relacionado à possibilidade de ventilação natural nos andares mais altos dos edifícios, desta forma prolongando o período de ventilação natural.

A forma cilíndrica, desenvolvida usando modelo paramétrico, proporciona conforto aos pedestres no nível térreo e também contribui para a redução da superfície externa consequentemente o edifício tem menor ganho de calor. Segundo Wood (2013) a forma cilíndrica representa 25 % a menos de superfície em relação a uma forma quadrada, na figura 7 pode se verificar o estudo de ventilação realizado para o 30 Mary Axe.

Figura 4: Ventilação no 30 Mary Axe



Fonte: Foster and partners (2017,np).

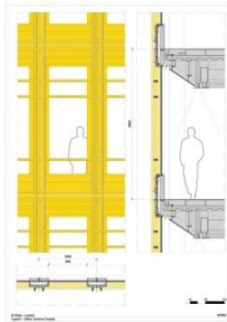
#### 4.2.2 Análise do projeto London Central Saint Gilles

O projeto para a London Central Saint Gilles foi desenvolvido utilizando o recurso de modelagem 3D para a compatibilização dos projetos e realização de simulações. Vale colocar que o projeto estrutural e o das fachadas foram realizados em parceria com o escritório de engenharia Ove Arup, que é reconhecido por utilizar o Building Information Modeling (BIM). A utilização de recursos tecnológicos foi essencial para a viabilidade do projeto sustentável, o qual recebeu a certificação BREEAM e Energy Certificate B.

O edifício pode ser intitulado como edifício de baixo consumo energético. Segundo Jodidio (2014), os principais fatores que contribuíram para este desempenho foram: a adoção de fachadas ventiladas, a utilização do sistema de biomassa para aquecimento, coberturas verde e a reutilização da água da chuva.

Sobre o âmbito das fachadas ventiladas, foi utilizada a Linha Architectural Terracota da Hunter Douglas, a qual foi desenvolvida em parceria com o Renzo Piano Building Workshop para o projeto da Potsdamer Platz. No caso do Central Saint Giles, o arquiteto optou por realizar um desenho exclusivo para o projeto das fachadas, como pode ser observado nas figuras 9 e 10.

Figura 5: Detalhe da fachada



Fonte: RPBW (2017,np)

Figura 10: Fachada



Fonte: RPBW (2017,np)

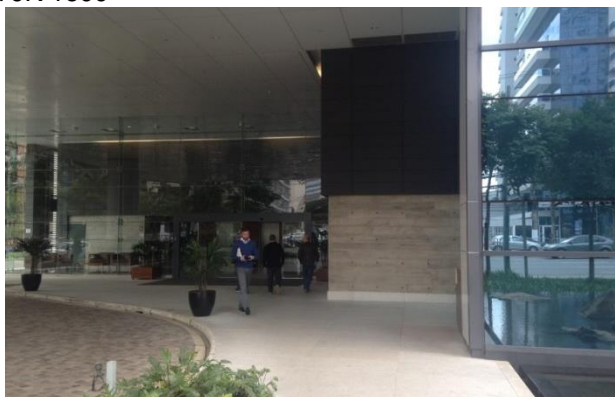
Segundo dados da Nbk (2017), para as fachadas foram processados 140 mil elementos cerâmicos individuais. Torna-se importante ressaltar que cada unidade da fachada foi pré-montada com elementos cerâmicos e içados através de polias. O alinhamento teve que ser feito através de ventosas, pois o uso de andaime e guindastes não foi permitido devido à localização do edifício.

O projeto torna-se relevante pelo uso extensivo da técnica de fachadas ventiladas cerâmicas, as quais estão presentes na totalidade do edifício e contribuem para a redução dos gastos com refrigeração. Porém o projeto não faz o uso de estratégias como as de ventilação cruzada. Segundo Wood (2013), a ventilação por uma única face no ambiente que tenha no máximo 2,5 vezes a altura do ambiente, o que não ocorre no Central Saint Giles.

#### 4.2.3 Análise do projeto JK 1600

O edifício JK 1600 possui certificação LEED Platinum, os andares corporativos possuem fachadas em vidro low-e, e a fachada ventilada está presente no primeiro e segundo pavimentos, na área do teatro, térreo e lobby. Foram instaladas 850 m<sup>2</sup> de fachadas ventiladas pela empresa NBK (TerrArt Light), da Hunter Douglas. Segundo Gerola e Ferreira (2013), a fachada ventilada foi especificada para evitar fissuras e outras irregularidades na superfície do teatro.

Figura 6: Hall de entrada JK 1600



Fonte: Acervo da autora (2017).

Segundo dados presentes no Nbk\_Us\_Brochure (2012), o consumo de energia com a instalação deste sistema pode ser reduzido em 30 %. A entrada de água fluvial é reduzida devido ao diferencial de pressão entre a parte interna e externa da fachada e ao uso de perfil de PVC verticais e encaixe macho e fêmea horizontal, o espaçamento entre as placas é de. Estes encaixes podem ser vistos nas figuras 12 e 13.

Figura 7: Perfil vertical de PVC



Fonte: Acervo da autora (2017).

Figura 8: Detalhe Junta aberta e encaixe



Fonte: Acervo da autora (2017).

Nos andares corporativos foi utilizado o sistema de fachada cortina. O sistema foi desenvolvido pela empresa Itfal tendo sido utilizado o Sistema Unitizado Hydro Alumínio, com modulação de 2 metros. O granito já é instalado na fachada seguindo o padrão americano de grampos, tendo as marcações externas horizontais. Vale colocar que pelo clima de São Paulo, tropical, se a fachada ventilada fosse aplicada também nos andares de escritórios a redução dos gastos com a refrigeração do edifício seria significativa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda por projetos de cunho sustentável está crescendo e para tanto foram desenvolvidas novas tecnologias no âmbito das envoltórias, a ampliação do uso das fachadas ventiladas e duplas ventiladas representa esta evolução. O processo de



industrialização e o desempenho termo acústico destes sistemas contribuíram para impulsionar os avanços de suas técnicas construtivas.

O sistema caracteriza-se como vantajoso ao se analisar aspectos como: a proteção das fachadas, o desempenho térmico no interior do edifício, a redução dos custos com manutenção, redução das patologias relacionadas à infiltração e umidade. Como desvantagem a questão relacionada ao custo para sua implantação é relevante. No caso brasileiro, outras desvantagens estão associadas à necessidade de mão de obra qualificada e ao fato das empresas detentoras da tecnologia serem internacionais.

Os estudos de caso demonstram que a utilização destes sistemas de fachadas faz parte do processo de desenvolvimento tecnológico aplicado a produção arquitetônica. Os três escritórios de arquitetura estudados fizeram o uso do sistema BIM, o qual permite a execução de simulações relacionadas ao conforto pela compatibilidade entre softwares. No caso do 30 Mary Axe o uso da tecnologia foi o mais determinante, pelo fato de sua forma cilíndrica resultar do desenvolvimento do projeto paramétrico.

A disparidade entre a aplicação destes sistemas de fachadas ventiladas no Brasil e na Europa é notável. No caso do projeto do JK1600, as fachadas ventiladas foram aplicadas apenas nos dois primeiros pavimentos, o que foi considerado relevante para os padrões nacionais. Já nos edifícios situados em Londres o sistema foi utilizado de forma extensiva contribuindo para o desempenho térmico nos andares destinados aos escritórios. A ampliação do uso de estratégias como as fachadas ventiladas no Brasil está em processo de desenvolvimento e ocorre pontualmente.

## 6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, Sabrina. Perspectives of double skin façades for naturally ventilated buildings. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, Brighton, v. 40, p.1019-1029, 28 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114006443>>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRUGNERA, Rosilene Regolão. **Potencial de economia de energia em edifícios de escritórios com estratégias de ventilação híbrida**. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-30102014-152311/>>. Acesso em: 10 abr.2016.

BUCHANAN, Peter. **Renzo piano building workshop**. London: Phaidon, 2010.

DIDONÉ, E. L.; WAGNER, A.; PEREIRA, F. O. R. **Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 27-42, jul./set. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

FASANELLA, Ana Maria. **O projeto de interiores do Escritório Empresarial em São Paulo: da informatização dos anos 1980 à globalização de 2000.** 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2015.

FIGUEIREDO, Erika Ciconelli de. **Abordagem sustentável da luz natural: análise do desenho de vãos e eficiência dos vedos translúcidos e transparentes em edifícios das cidades de São Paulo, Berlim e Frankfurt am Main durante as últimas décadas do século XX e primeira década do século XXI.** 2011. 254 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

GELINSKI, Gilmara. **Fachadas ventiladas no mercado brasileiro: Produzidas no país ou importados, sistemas de fachadas ventiladas começam a ser difundidos em novos projetos e também em obras de retrofit.** Finestra, São Paulo, v. 77, p.22-25, 2012. Mensal.

GEROLA, Giovanni; FERREIRA, Kelly. **Como especificar fachadas ventiladas: Desempenho térmico se alia à eficiência e produtividade da construção industrializada. Climas quentes como do Brasil.** Au: Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, n. 231, p.32-38, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/231/artigo290453-2.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. **A sustentabilidade do edifício alto: uma geração de edifícios altos e sua inserção urbana.** Tese de Doutorado FAU-USP. São Paulo, 2003.

GUIMARÃES, Erika Tinoco. **Soluções de fachadas duplas ventiladas para edifícios de escritórios.** 2013. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008215.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

HARRISON, K.; MEYER-BOAKE, T. **The Tectonics of the Environmental Skin.** University of Waterloo, School of Architecture, 2003. Disponível em: [http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty\\_projects/terri/ds/double.pdf](http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/double.pdf).

JODIDIO, Philip. *Piano: Complete works*. Koln: Taschen, 2014. 648 p.

LIMA, Kamila Mendonça de. **Avaliação de sistemas de janela para suporte a decisões de projeto quanto à iluminação e uso de energia**. 2016. Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, University of São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-30062016-105936/>>. Acesso em: 2016-11-22.

MACIEL.A.A. O projeto bioclimático no processo de projeto.In: **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico**. Tese (Doutorado) em Engenharia Civil.Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

MARCONDES, Mônica Pereira. **Soluções projetuais de fachadas para edifícios de escritórios com ventilação natural em São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-10112010-102255/>>. Acesso em: 27 abr.2016.

MARTÍN, Manuel Andrés Rubiano. **La fachada ventilada y el confort climático: un instrumento tecnológico para edificaciones de clima cálido en Colombia**. *Dearq Revista de Arquitectura / Journal Of Architecture*, [s.l.], n. 18, p.138-145, 1 jul. 2016. Universidad de Los Andes - Facultad de Arquitectura y Diseño. <http://dx.doi.org/10.18389/dearq18.2016.08>. Disponível em: <[earq.uniandes.edu.co/index.php/en/publicaciones-en/item/42-la-fachada-ventilada-y-el-confort-climatico-un-instrumento-tecnologico-para-edificaciones-de-clima-calido-en-colombia](http://earq.uniandes.edu.co/index.php/en/publicaciones-en/item/42-la-fachada-ventilada-y-el-confort-climatico-un-instrumento-tecnologico-para-edificaciones-de-clima-calido-en-colombia)>. Acesso em: 10 maio 2017.

MAZAROTTO, Ana Carolina Elizabeth Kolb. **Uso do sistema de fachadas duplas ventiladas em edifícios em Curitiba: verificação computacional de desempenho comparativo com soluções convencionais**. 2011. Dissertação- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0159.pdf>. Acesso em: 2016-11-25.

MOURA, Eride. Fachadas respirantes: Fachadas ventiladas combinam funções estéticas com bom desempenho térmico, além de contribuir para reduzir cargas do condicionamento de ar. **Techne**, São Paulo, v. 144, p.30-34, mar. 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/144/artigo287636-1.aspx>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

**NBK\_US\_BOCHURE: Architectural Terracotta.** Usa: Nbk, 2012. Disponível em: <[http://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product\\_file/file/560/NBK-US\\_brochure\\_2012\\_final.pdf](http://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/560/NBK-US_brochure_2012_final.pdf)>. Acesso em: 5 jun. 2017.

NBK Terracotta: Central Saint Gilles. Central Saint Gilles. Disponível em: <<http://nbkterracotta.com/en-us/property/central-saint-gilles/>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

OESTERLE, Eberhard et al. (2001). Double Skin Facades – Integrated Planning. Munique: Prestel, 2001.

PROCEL- **Manual de Aplicação do RTQ-C.** Disponível em: [http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/m\\_anualv02\\_1.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/m_anualv02_1.pdf). Acesso em 10/04/2016.

PROJECTS: 30 Mary Axe. **30 Mary Axe.** Disponível em: <<http://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SEGRE, Roberto. **A babel do século XXI: Vencer a força da gravidade é uma eterna ambição humana que, além das catedrais góticas, achou no arranha-céu moderno sua expressão. A concorrência para obter os edifícios de escritórios mais alto do mundo se mantém do início do século XXI.** Au: Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 153, p.50-55, dez. 2006. Mensal. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/153/artigo38301-4.aspx>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

VEDOVELLO, C. A. S. **Gestão de projetos de fachadas.** Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo: 2012. 406 p.

WOOD, Antony. **Guide to Natural Ventilation in High Rise Office Buildings.** Londres: Routledge, 2013. 183 p.

**Contatos:** [mariane.gimenes@hotmail.com](mailto:mariane.gimenes@hotmail.com) e [augustajp@gmail.com](mailto:augustajp@gmail.com)