

FACHADAS INTELIGENTES E BIOCLIMÁTICA. METÁFORA ORGANICA

Pedro Santiago

Assistente - Faculdade de Ciência e Tecnologia (UFP)

psantiag@ufp.pt

Resumo

Cada vez mais a tecnologia invade os edifícios sob variadas formas, com as mais diversas funções e objectivos, mas sempre com o propósito de melhorar a qualidade de vida do utilizador. Neste trabalho aborda-se esta temática do ponto de vista da climatização natural do edifício, focando na sua fachada e nos sistemas integrados que permitem o seu controlo e gestão, associando o conceito de pele biológica ao tema da pele artificial, tecnológica e estabelecendo um paralelismo entre ambas.

Abstract

Increasingly nowadays technology invades buildings under varied forms, presenting the most diverse functions and objectives, always with the intention of improving the user's life quality. In this work the approach to this theme focus on the perspective of natural control of the interior environment of the building, focusing on its façade and the integrated systems that allow its control and management, associating the concept of biological skin to the subject of the artificial, technological skin and establishing a parallelism between both.

1. INTRODUÇÃO - EDIFÍCIOS E INTELIGÊNCIA: METÁFORAS E MODELOS

O conceito de edifício inteligente é muitas vezes encarado através do reduzido significado do uso dos sistemas de controlo e da tecnologia de informação para tornar o funcionamento do edifício mais útil para os seus ocupantes, em relação à sua gestão, ou no que respeita ao propósito operacional do edifício.

A casa inteligente é encarada frequentemente como uma habitação em que muitas das suas funções domésticas, do encerramento das cortinas à activação e operação remota do forno, são controladas automaticamente por um computador. Esta perspectiva redutora do uso da tecnologia nos edifícios permite apenas substituir algumas rotinas domésticas, associadas a um maior consumo energético global do próprio edifício em troca de alguma comodidade. A fachada inteligente é baseada num paradigma diferenciado, relacionado com o comportamento ambiental do edifício como um todo, associado à poupança de energia e a uma qualidade global interior superior, pressupostos tantas vezes negligenciados, em prol de “truques” tecnológicos. Esta abordagem ao sistema de fachada contribui para um vínculo muito maior com o fenómeno biológico da inteligência e da resposta. Em relação ao conceito que se pretende transmitir, a palavra inteligência é usada como sugestão dos aspectos das respostas vivas caracterizadas pela silenciosa e autónoma, manutenção da vida. Para clarear a base conceptual da ideia, ajuda explicar como a palavra inteligência começou a ser usada na arquitectura e nos edifícios.

Neste contexto, a fachada inteligente é um elemento integrante do edifício inteligente e refere-se à parte do edifício que se ocupa da função de revestir e envolver o interior, cujo desenho e contracção forma o elemento controlador com maior potencial para o ambiente interior no que respeita a luz, temperatura, som, ventilação e qualidade do ar.

O fachada o edifício é responsável por 15% a 40% do preço global do custo total de um edifício, e pode tornar-se responsável por até 40% dos gastos energéticos no período de vida útil do edifício.

Em edifícios complexos, os serviços de instalações mecânicas e eléctricas podem significar 30% a 40% ou mais do custo global do edifício. O controlo ambiental e a ventilação do edifício significam até 15% dos custos acrescidos ao longo da vida útil do edifício.

A estes custos estão, eventualmente, acrescidos os custos dos sistemas inerentes, incluindo manutenção, substituição e custos energéticos (Bradshaw, 2006).

Este ensaio tem como ponto de partida a suposição que o efeito de uma fachada interactiva como complemento, redução e, em alguns casos, capacidade de tornar os sistemas ambientais mecânicos e eléctricos desnecessários, podendo resultar no recálculo eficiente do custo de construção de um edifício. É a aplicação da metáfora biológica da pele humana que faz parecer mais apropriado descrever esta membrana envolvente como uma fachada (pele) inteligente enfatizando a sua relação com a epiderme do ser humano.

Tenta-se assim descrever o contexto em que a necessidade de uma adaptabilidade no comportamento da pele do edifício está cada vez mais a aumentar, procurando demonstrar como estes mecanismos de resposta dinâmicos podem ser incorporados no projecto e na construção de edifícios (Daniels, 1997).

2. CONCEITOS DE INTELIGÊNCIA

2.1 INTELIGÊNCIA NATURAL

A inteligência relaciona-se com o facto de se possuírem faculdades intelectuais, que providenciem a capacidade de compreender. Há uma habilidade intrínseca de compreender e entender, aplicando este conhecimento adquirido, através dos processos do pensamento e da razão. A palavra tem sua origem no Latim do século XIV, e deriva da palavra *intelligentia*, cuja origem é *intelligere*, que significa discernir ou seleccionar. Etimologicamente a palavra tem suas origens nas ideias de escolher entre, derivado de *Inter* (entre) e *liger* (escolher). Quando nós usamos um termo como inteligência para descrever mecanismos inanimados, temos que o usar com cuidado para assegurar que o seu uso metafórico seja compreendido, sem causar confusão com a inapropriada transferência de terminologia. Qualquer discussão sobre o edifício inteligente deve ser percebida

da a partir de uma explanação do porquê da utilização do termo a par de uma preparação da definição utilizada. Com isto presente é necessário distinguir entre a inteligência artificial e a imensamente complexa e parcialmente compreendida, inteligência do cérebro humano, e a diferença entre pensamento cognitivo e resposta autonómica (Compagno, 1999).

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O desenvolvimento de sistemas inteligentes para mecanismos inanimados tem-se preocupado com o desenvolvimento da chamada inteligência artificial. Com a inteligência artificial os objectos estão dotados de uma capacidade de executar funções similares a aquelas que caracterizam o comportamento humano, emulando o processo de pensamento de seres vivos. A inteligência artificial foi usada para mimetizar a capacidade humana de processar a informação através da aprendizagem, da dedução e da capacidade de fazer e actuar nas decisões. A ciência encontra-se suficientemente avançada para neste momento ser possível programar computadores que trabalhem com a lógica de estruturas de língua – sintaxe. Não obstante é muito mais difícil programar regras para a compreensão e sentido – semântica. Programas informáticos mais complexos têm agora avançado mais além da simples programação, onde as decisões são baseadas nas deduções que assentam os seus pressupostos em regras. Com este tipo de sistemas peritos os dados são processados de acordo com um sistema predeterminado de regras. Apesar da sua óbvia sofisticação, estes processos ainda não se aproximam da verdadeira complexidade do pensamento cognitivo inteligente, ou mais precisamente do sensorial, do conforto e das reacções de sobrevivência, como a expansão da pupila ou as mudanças da corrente sanguínea na pele (Compagno, 1999).

3. A FACHADA INTELIGENTE

A fachada inteligente é uma parte intrínseca da última definição/geração do edifício inteligente e, como referência a esse elemento, comporta a função de envolver o espaço interior habitado. Aceitando as metáforas biológicas, parece mais apropriado descrevê-lo como a pele inteligente enfatizando a sua afinidade com a epiderme humana.

Figura 1. Renzo Piano Potsdamer Platz



3.1. A PELE INTELIGENTE

A pele inteligente incorpora a noção que o pano exterior do edifício não tem que ser inerte, mas pode alterar dinamicamente com o objectivo de reduzir as exigências energéticas do edifício. Versões primitivas deste tipo de edifícios tendiam a preocupar-se com alterações obtidas manualmente. A ideia de alterações manuais em oposição à natureza inerte do edifício, equivalente à resposta somática, esteve presente desde há centenas de anos. Os componentes mais simples que reflectem este facto são portadas exteriores, a persiana veneziana e a janela com a capacidade de ser aberta. A capacidade de mudança manual avançou agora para a capacidade de mudança automática, mecânica e motorizada, com ajustes autonómicos ainda mais instintivos. A pele inteligente é assim definida neste ensaio como uma composição de elementos construtivos confinados aos panos exteriores, zona protectora do clima de um edifício que executa cumulativamente funções individuais ou conjuntas de adaptabilidade como a resposta previsível às variações ambientais, com o objectivo de manter o conforto com um gasto mínimo da energia. Numa pele assim, a adaptabilidade dos elementos da fachada age muito instintivamente através de ajustes auto regulá-

veis da sua configuração. Os fluxos da energia através do pano exterior do edifício (em ambos os sentidos) são controlados autonomicamente para um ganho máximo e uma dependência mínima de energia importada. A pele forma parte do sistema construtivo e está conectada e interligada com outras partes do edifício, fora da zona envolvente, como sejam sensores e motores ligados por cabos de comando, todos controlados por um sistema da gestão central do edifício – o cérebro0 (Compagno, 1999; Schittich, 2001).

3.2. O CÉREBRO

Ambas acções autónomas e somáticas dependem do cérebro, e o uso da metáfora antropocêntrica pode ser estendido ao sistema de raciocínio do ser humano. O cérebro de um edifício manifesta-se, no edifício inteligente, como um sistema computadorizado de gestão do edifício, que, com os níveis actuais de tecnologia, pode ser acomodado a um PC portátil.

Aplicando este conceito a prévias analogias naturais, o sistema de gestão do edifício pode ser encarado como análogo ao cérebro humano, em particular ao hipotálamo. Este órgão, situado no centro da base do cérebro, serve como uma ligação entre o sistema nervoso autónomo e o sistema endócrino (glândulas de libertação de hormonas). A função do hipotálamo é integrar e assegurar a resposta eficaz aos estímulos internos e externos. Exerce um papel importante na regulação de quase todos os sistemas involuntários do corpo humano, como sejam a temperatura corporal, comportamento sexual e ciclo menstrual.

A dependência dos seres humanos no funcionamento do hipotálamo para manter a vida focaliza a vulnerabilidade da dependência num único sistema de controlo. O hipotálamo do edifício inteligente, o sofisticado sistema de gestão do edifício do futuro, terá necessariamente que ser robusto, bem protegido, duro, saudável e bem mantido.

3.3. VARIABILIDADE

Ao contrário dos seres vivos, os edifícios são essencialmente objectos estáticos, inanimados. O conceito da pele do edifício com características variáveis foi sugere-

rido inicialmente nos anos 80, após a primeira grande crise energética. Apresentou-se a ideia de uma pele multifuncional que poderia trabalhar como um absorvedor nanométrico, radiador, reflector, absorvedor, filtro e dispositivo de transferência. Seguindo esta preposição especulativa, mas bem informada, a pele inteligente tem evoluído agora conceptualmente até um invólucro com a capacidade de alterar as suas propriedades termo físicas (resistência térmica, de transmissão, capacidade de absorção e permeabilidade), alterar entre a transparência e a opacidade, mudança de cor e variação das suas propriedades ópticas. Isto pode ser obtido por elementos físicos acoplados à pele inteligente, ou ao nível nanométrico por materiais com propriedades inerentes variáveis como sejam vidros cromogénicos (Schittich, 2001).

A necessidade de adaptação já foi demonstrada. Muitos edifícios estão vazios metade do tempo. Como regra geral os edifícios residenciais permanecem parcialmente inabitados durante muitos dias ou grande parte do dia e outros edifícios como os de serviços estão inabitados durante a noite; estes dois períodos têm características climatéricas e ambientais diferentes. As estações do ano contribuem também com atmosferas climatéricas diferentes, assim como a distribuição regional dos edifícios em zonas climatéricas também diferentes. Quando os edifícios e os seus ocupantes puderem beneficiar de um grau de variabilidade em resposta às alterações do tempo (clima), nós necessitamos somente que estes estejam dentro de limites confortáveis. A outra grande variação imposta aos edifícios vem do interior, na forma do “churn”, que é um termo americano usado para descrever as estratégias de acomodação de uma organização sempre em constante alteração. Os hábitos dos utilizadores variam, e a forma como interagem com a pele do edifício é uma fonte constante de variação. A ideia de introduzir variabilidade ao pano exterior de um edifício para responder a estas mudanças, em alternativa a depender de meios artificiais, oferece uma tremenda vantagem, sendo bem conhecida a persiana veneziana e a simples cortina. Para propor uma pele inteligente, capaz de providenciar um sistema interactivo que reaja fisicamente para melhorar o comportamento energético do edifício e do seu conforto interno, com capacidades dinâmicas para providenciar uma resposta óptima às variações externas, simplesmente estende ideias e princípios já bem estabelecidos na construção, em harmonia com as teorias de Darwin, que defendiam que a

capacidade de sobrevivência dependeu da habilidade de adaptação às mudanças exteriores.

Esta noção não é nova nem necessariamente complexa. A ideia de inteligência construtiva é simplesmente uma extensão da ideia do termóstato do sistema central de aquecimento. Enquanto o termóstato convencional age no sistema de aquecimento ou arrefecimento, outros sistemas relacionados com outras características ambientais, podem activar mudanças na pele variável do edifício. Estas mudanças podem ser feitas de forma autónoma, por acções dentro da fachada do edifício, uma vez que este consegue compreender como trabalhar com o que lhe aconteceu, o que acontece e o que está para acontecer no futuro próximo.

Um dos exemplos do benefício potencial da variabilidade, em particular se for autónoma, relaciona-se com a interacção entre a luz e o calor. No desenho/concepção de edifícios as aberturas para vistas e luz foram consideradas sempre como pontos fracos e críticos em questões térmicas. Apesar dos incrementos astronómicos na capacidade do vidro nas fachadas, este problema permanece. A radiação solar de ondas curtas passa através do vidro, e nem sempre é bem-vinda. O vidro é também, comparativamente, permeável à transmissão térmica, ao fluxo do calor resultante da condução e convecção. O valor "K" de um elemento construtivo está em grande parte caracterizada pelo percurso de menor resistência térmica, e no vidro a resistência térmica é mínima. O que a variabilidade oferece é a oportunidade de controlar estas propriedades e de variar o comportamento. Isto está exemplificado por avanços recentes no tratamento de vidro que podem alterar suas propriedades físicas, ou alterá-las electricamente através de um interruptor. O posicionamento de uma portada ou de um elemento exterior de isolamento pode afectar significativamente a transmissão térmica de uma janela de vidro. Com a pele inteligente estas mudanças, em relação à radiação e à transmissão, podem ser activadas autonomamente ou automaticamente (Schittich, 2001).

A necessidade deste tipo de pensamento na arquitectura foi debatida na década de 80 na Europa, onde se abordou a necessidade de permeabilidade da pele de um edifício à luz, calor e ar, a qual deveria ser controlável e com capacidade de modificação, de forma a reagir a condições climáticas locais variáveis.

Figura 2. Sauerbruch & Hutton – Sede da GSW - Berlim



3.5. CAPACIDADES DA APRENDIZAGEM

Paralelamente a poder alcançar variabilidade, a pele necessita "saber" quando actuar, e porquê. Num determinado prazo, a pele inteligente, com algumas das características da inteligência humana, deve desenvolver a capacidade de aprender, capacidade de se ajustar e adaptar, enfrentar situações novas, e até inclusivamente, capacidade de antecipar o futuro. Os avanços futuros no meio da ciência cognoscitiva significam que a pele inteligente pode realmente desenvolver capacidades de aprender padrões de utilização e resposta optimizada às circunstâncias climáticas específicas. Esta é parte da evolução do edifício inteligente.

4. O SOL

Na grande maioria dos edifícios o sol, como recurso energético renovável, tende a ser o contribuidor principal de energia a um edifício, passiva e activamente. No passado, os edifícios foram, na maior parte das vezes, "passivos" na sua exploração deste recurso. Os sistemas inteligentes podem ser usados para controlar "activamente", modificar e operar este último recurso renovável. O sol oferece

grande potencial em termos passivos e em aumentos activos para o aquecimento e electricidade. Não obstante, pode também ser prejudicial às condições internas de conforto, sendo assim frequentemente necessário atenuar os seus efeitos prejudiciais, que incluem o excesso de luz e sobreaquecimento radiante. Os sistemas inteligentes de controlo fornecem edifícios “passivos” com a capacidade de reagir fisicamente às características variáveis do sol em horas diversas do dia e do ano, e à variação resultante na intensidade. Particularmente, o fluxo de energia solar pode ser colhido activamente para melhorar o conforto do utilizador, para explorar a luz natural e para reduzir a necessidade de controlo artificial (mecânico) do conforto. É também possível, ainda que pouco viável financeiramente, utilizar esta fonte de energia para a geração de electricidade a partir de painéis fotovoltaicos (Schittich, 2003).

5. AS CARACTERÍSTICAS

5.1. CARACTERÍSTICAS INTELIGENTES

A recolha de dados de vários casos de fachadas inteligentes permitem identificar uma gama de características que constituem exemplos construídos da pele inteligente, proporcionando uma descrição das que poderemos chamar “características genéticas” que poderiam compor a pele inteligente na sua forma completamente desenvolvida: os genes da fachada inteligente do futuro. O que segue é uma descrição sumaria de alguns destes genes, separados em amplos grupos funcionais. Enumeram-se as seguintes funções de manipulação:

- Melhorar a luz natural
- Maximizar a luz natural
- Protecção solar
- Ventilação
- Isolamento do sol
- Recolher calor
- Rejeitar calor
- Atenuar o som
- Gerar electricidade
- Explorar diferenciais de pressão

5.2. OS SISTEMAS DE GESTÃO DO EDIFÍCIO

Essencial para o edifício inteligente é o “cérebro”, sob a forma de sistema de gestão do edifício. Esta é a unidade central do processador, recepção de toda a informação de diversos sensores externos, e capaz de determinar a resposta apropriada aos elementos de actuação. Um sistema de gestão do edifício inteligente pode supervisionar mudanças do tempo e controlar e supervisionar a operação de sistemas ambientais passivos e activos para assegurar a utilização mais eficiente da energia. Uma das suas funções mais “vitais” e de maior relevância é regular a sua temperatura interior activando todos os elementos controláveis no edifício para alcançar resultados “naturalmente”, á semelhança de um organismo vivo, que após a leitura do desequilíbrio térmico, activa mecanismos biológicos para se auto-regular (Bradshaw, 2006; Compagno, 1999).

5.3. A CAPACIDADE DE APRENDIZAGEM

A pele inteligente pode possuir a capacidade de aprender. Alguns edifícios já construídos usam os dados climáticos actuais, previstos e antigos para calcular os parâmetros ideais de aquecimento, iluminação e sombreamento óptimo, dos diferentes pisos e fachadas do edifício antecipadamente. As redes internas actuam como o sistema nervoso central e os algoritmos, baseados no conhecimento do software de lógica confusa incorporada, providenciam, a alguns edifícios, a capacidade de “aprender” o seu estado energético e características térmicas, relacionando dados históricos ou recentes do tempo, e as circunstâncias climáticas que prevalecem, às estratégias precedentes de actuação (Compagno, 1999).

5.4. OS DADOS AMBIENTAIS

Muitos projectos podem recolher em tempo real informação detalhada referente a condições ambientais fora e dentro do edifício. Estes dados são, frequentemente, uma determinante essencial nas decisões de controlo de tecnologias inteligentes. As medidas típicas acontecem mediante a velocidade e a direcção do vento, temperatura exterior, temperaturas da fachada e dos vãos, humidade exterior, insolação solar, temperaturas inte-

riores do ar e do ambiente, níveis de luminosidade do dia e humidade (Compagno, 1999; Daniels, 1997).

5.5. A ILUMINAÇÃO NATURAL FUNDAMENTAL

Fundamental para cumprir o objectivo de uma estratégia de gestão eficaz da luz natural é um sistema interactivo de iluminação artificial, com a capacidade de desactivar ou actuar em resposta aos níveis adequados de iluminação natural. Muitos edifícios já construídos incorporam controladores automáticos de iluminação fora da zona da primeira pele do plano envolvente, mas intimamente conectados com os objectivos totais de funcionamento do edifício (Daniels, 1997).

Os sistemas de iluminação inteligentes do edifício são activados por sensores de ocupação e regulados (progredindo desde os 100% até 0%) em resposta aos níveis detectados de iluminação interior. Alguns projectos não incorporam a iluminação progressiva, mas permitem desactivar automaticamente no final do dia de trabalho, confiando em utilizadores para regular a iluminação, em resposta às condições de iluminação ambiente durante as horas de funcionamento (Gissen, 2003; Compagno, 1999; Slessor, 1997).

5.6. OS REGULADORES DA LUZ NATURAL

Dado o consumo de energia associado à luz artificial, a maximização da luz natural é reconhecida como um dos objectivos dominantes no projecto de baixo consumo energético. Cada vez mais edifícios exibem uma ampla escala dos sistemas activos que respondem aos ângulos solares, fornecendo as posições óptimas para o controlo motorizado da luz, dispositivos de reflexão e ensombramento. A transmissão da luz pode ser variada e frequentemente ajustada pelos sistemas internos, servindo as necessidades internas dos utilizadores. Os sistemas funcionam em resposta à informação fornecida pelos sensores de luz exterior em relação à quantidade e intensidade solar, e níveis da temperatura e iluminação do interior, uma vez que a mesma fonte de energia actua sobre estes três parâmetros (Bradshaw, 2006; Schittich, 2001; Gissen, 2003).

Figura 3. Sistemas de controlo de iluminação natural



5.7. REGULADORES SOLARES

Em muitos casos, o recurso à energia “renovável” do sol pode ser o principal contribuidor para as necessidades energéticas de um edifício. Os sistemas inteligentes usados para controlar e modificar este valioso recurso são incorporados num grande número de edifícios. Os algoritmos do computador central facilitam a determinação dos ângulos solares em tempo real para determinada época, por dados da latitude e longitude. Tais cálculos são usados para seguir o sol na sua trajectória variável do dia e do ano. (Schittich, 2003)

O sol pode também ser prejudicial às condições internas de conforto, tornando-se assim frequentemente necessário atenuar os seus efeitos prejudiciais, incluindo o sobreaquecimento, irradiação, e demasiada luz. Persianas controladas pelo computador, luminárias e outras cortinas protectoras, que podem ser encaradas intrinsecamente como amortizadores de energia, proporcionam a manifestação mais comum de controlo solar. Muitos projectos incluem as persianas venezianas que podem ser rebatidas, levantadas e inclinadas de acordo com a presença detectada do sol. Estes são incorporados frequentemente nos vãos da dupla pele para protecção, para manter o calor na parte externa da zona ocupada, e para participar na acção do fluxo solar (Daniels, 1997; Oesterle, 2001).

5.8. CONTROLO DO UTILIZADOR

Aceita-se extensivamente que os utilizadores dos edifícios devem ter controlo pessoal máximo sobre a sua

atmosfera imediata e isto pode ser frequentemente alcançado de forma mais realista com tecnologias inteligentes. A maioria dos sistemas actuais de controlo tem instalações para a invalidação manual, proporcionado frequentemente pelos painéis de controlo em ecrã sensível (touch screen) e por unidades manuais de controlo à distância. Não obstante, pode haver ocasiões em que o controlo desenfreado do utilizador comprometa estratégias gerais da redução da energia para seu conforto, situação onde o sistema avisa o utilizador do erro ou rejeita a operação continuada.

5.9. OS GERADORES DE ELECTRICIDADE

É quase imperativo neste momento que os edifícios façam um esforço para a autonomia eléctrica com a auto-geração energética. Isto estende o conceito dos edifícios com capacidades vivas. Muitos edifícios incluem já exemplos de electricidade gerada por painéis fotovoltaicos, turbinas eólicas, e sistemas combinados de calor e energia. Com o desenvolvimento do edifício inteligente, podem desenvolver-se algumas das eficácias incorporadas no corpo humano usando cada recurso disponível para a conservação e reciclagem máxima da energia (Daniels, 1997; Schittich, 2001).

5.10. OS REGULADORES DE VENTILAÇÃO

A ventilação pode ser regulada automaticamente para a crescente eficácia e maior controlo do utilizador por elementos operacionais da pele do edifício, por exemplo as coberturas retrácteis, as janelas motorizadas e os sombreadores pneumáticos. Estes elementos móveis podem também ser fechados automaticamente em circunstâncias desfavoráveis, por exemplo na presença das acções inclementes do vento e da chuva. Os mecanismos inteligentes de controlo ajudam a superar alguns dos problemas inerentes enfrentados pela ventilação natural, por exemplo a contaminação do ar e o ruído. Muitos dos sistemas de controlo inteligente incorporados em edifícios funcionam de uma forma mista à abordagem aos problemas de ventilação, e são usados para determinar quando é a melhor altura possível para activar a ventilação mecânica. São programados para usar somente a ventilação mecânica em circunstâncias extremas, maximizando assim a ventila-

ção natural e reduzindo ao mínimo o uso de energia (Bradshaw, 2006; Gissen, 2003).

Alguns edifícios incluem exemplos de respiradores auto regulados que mantêm a circulação de ar constante em diferentes velocidades e mudanças do vento. O conceito da iluminação dependente da ocupação esteve também aplicado à ventilação, com o ventilador local das unidades de trabalho activado somente quando a presença do utilizador é detectada. Um número de projectos inclui sistemas de distribuição do ar através da estrutura de edifício. Tais estratégias integrais da circulação de ar podem ser comparadas com o sistema circulatório do ser humano (Gissen, 2003).

5.11. REGULADORES DE AQUECIMENTO E DE TEMPERATURA

Em muitos exemplos de edifícios, as tecnologias inteligentes são usados para reduzir ao mínimo a carga energética resultante dos elementos altamente “pesados” do sistema de aquecimento, ventilação e arrefecimento. Muitas tentativas e investimento são feitos para se reduzirem as demandas significativas do aquecimento do espaço e da água com o uso de estratégias solares passivas, proporcionando um controle motorizado mais exacto. Os sistemas de controlo asseguram os circuitos otimizados da circulação da água quente e fria. O sol é usado também para o aquecimento de água, com alguns equipamentos sofisticados que permitem seguir o percurso do sol automaticamente para exposição máxima (Bradshaw, 2006; Gissen, 2003).

5.12. DISPOSITIVOS DE ARREFECIMENTO

A par da utilização de controlo mecanizado de técnicas estabelecidas de arrefecimento passivo, por exemplo permutadores de calor geotérmicos, água subterrânea e água proveniente de perfuração, muitos edifícios usam uma estratégia de ventilação controlada por computador durante a noite para arrefecer a massa térmica. Optimiza-se a distribuição de água fria da mesma forma que os circuitos do aquecimento (Bradshaw, 2006).

5.13. A DUPLA PELE

A dupla pele é um sistema que implica a adição de um segundo pano de fachada de vidro que possa criar as oportunidades de maximização da luz natural e de melhoramento do funcionamento energético. No verão, a dupla fachada pode reduzir aumentos solares visto que a carga de calor de encontro à pele interna pode ser diminuída pela caixa-de-ar ventilada. Um efeito natural de armazenamento transforma-se frequentemente na caixa-de-ar aquecida pelo sol, como radiação solar absorvida (o vidro, a estrutura e as persianas). No Inverno, a dupla fachada actuará como zona tampão entre o edifício e o exterior, reduzindo ao mínimo a perda de calor, e melhorando os valores de isolamento térmico. Os mecanismos de controlo inteligentes nestes casos são usados na maioria dos edifícios para regular a entrada do ar na caixa-de-ar automaticamente, e fechando-a também até que crie um armazenador térmico intermédio (Gissen, 2003; Oesterle, 2001).

Figura 4. GMP- Architekten – Estação Central de Berlim - Bahnhof



6. NOTA CONCLUSIVA

A fachada inteligente, apesar da sua componente artificial e tecnológica, pode estabelecer uma grande afinidade e ter como fonte de inspiração alguns dos sistemas naturais de adaptação e resposta ao meio ambiente. Os edifícios que integram este tipo de tecnologia usufruem e aspiram ao nível da "verdadeira" (ainda que artificial) inteligência, incorporando mecanismos de resposta autonómicos e com capacidade de aprendizagem, em vez de simples sistemas de controlo mecânicos motorizados.

O uso da metáfora biológica não é apenas uma tentativa de legitimar a tecnologia incorporada nos edifícios, é uma analogia que permite encarar todos os mecanismos incorporados no edifício como um único organismo afinado, bem gerido, tendo como referência de concepção e inspiração a perfeição do ser vivo.

REFERÊNCIAS

- BRADSHAW, V. (2006). *The Building Environment, Active and Passive Control Systems*. Hoboken, Wiley Editorial
- COMPAGNO, A. (1999). *Intelligent Glass Façades*. Basileia, Birkhauser
- DANIELS, K. (1997). *Technology of Ecological Buildings*. Boston, Birkhauser
- DANIELS, K. (2002). *Advanced Building Systems*. London, Birkhauser
- GISSEN, D. (2003). *Big and Green-toward Sustainable Architecture in the 21st Century*. New York, Princeton Architectural Press
- OESTERLE, E. (2001) *Double-Skin Façades: Integrated Planning*. Londres, Prestel Publishing
- SCHITTICH, C. (2001). *Building Skins – Concepts, Layers, Materials*. Munich, Birkhauser.
- SCHITTICH, C. (2003). *Detail-Solar Architecture*. Munich, Birkhauser
- SLESSOR, C. (1997). *Eco-Tech – Sustainable Architecture and High Technology*. New York, Thames and Hudson