

SUZETE ROCKENBACH

ARQUITETURA, AUTOMAÇÃO
E SUSTENTABILIDADE



Porto Alegre

Dezembro de 2004.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA - PROPAR

SUZETE ROCKENBACH

**ARQUITETURA, AUTOMAÇÃO E
SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura (Área de Concentração: Tecnologia da Edificação e da Urbanização)

Orientador: Prof. Dr. Juan Luis Mascaró

Porto Alegre

2004

AGRADECIMENTOS

Aos professores Juan Luis e Lúcia Mascaró, pela orientação.

Ao Sr. Sérgio Zaffari e à Seta Tecnologia, pela colaboração.

Aos meus pais, pelo incentivo.

Ao Charles, pelo apoio e companheirismo.

À Deus, pela oportunidade.

SUMARIO

CAPÍTULO 1	4
1.1. Objetivo e objeto da pesquisa	4
1.2. Objetivos específicos	5
1.3. Metodologia	5
1.4. Estrutura do trabalho	6
1.5. Relevância da pesquisa	8
CAPÍTULO 2	10
2.1. Aspectos sobre a integração entre arquitetura e meio-ambiente (“A arquitetura do bem-estar”)	20
CAPÍTULO 3	29
3.1. Automação Predial versus “Edifícios Inteligentes”	32
3.2. Histórico	35
3.3. A Tecnologia da Automação	41
3.4. O impacto das tecnologias da automação	43
3.4.1. Na Residência	43
3.4.2. No Trabalho	47
3.5. A arquitetura comercial da era da automação (Precedentes Históricos)	53
CAPÍTULO 4	65
4.1. Energia e Desenvolvimento Sustentável	65
4.2. Fontes Alternativas de Energia	70
4.2.1. Energia Solar	71
4.2.2. Biomassa	71

4.2.3. Energia Eólica	72
4.3. Conforto Ambiental	74
4.4. Arquitetura Sustentável	77
CAPÍTULO 5	80
5.1. Controle de Segurança	81
5.2. Controle de Condicionamento Térmico	82
5.3. Controle de Iluminação	83
5.4. Telecomunicações	84
5.5. Gerenciamento	84
5.6. Controle Ambiental	85
5.7. A integração dos sistemas	86
5.8. Instalações e Normas	88
5.9. Confiabilidade	90
5.10. "Retrofitting"	91
5.11. O papel social da automação (Automação Inclusiva)	91
CAPÍTULO 6	94
6.1. CASO 1 (BRE´'s Environmental Building - Garton, Reino Unido, 1996)	94
6.1.2. A edificação	96
6.1.3. Estratégias de projeto	96
6.2. CASO 2 (Commerzbank Headquarters - Frankfurt, Alemanha, 1998)	102
6.2.1. A edificação	103
6.2.2. Estratégias de projeto	105
CAPÍTULO 7	108
7.1. O objeto de estudo: Edifício Carlos Gomes Center – Porto Alegre/RS	108
7.1.1. Localização	110
7.1.2. Partido Arquitetônico	113
7.1.3. Sistemas Automatizados no Edifício Carlos Gomes Center	117
7.2. Procedimentos	121

7.2.1. Seleção dos ambientes representativos	121
7.2.2. Elaboração e aplicação do questionário	121
7.2.3. Organização e interpretação dos dados	123
7.2.3.5. Análise das questões destacadas	125
7.2.3.6. Impressões dos usuários do Edifício Carlos Gomes Center (Questões 31 e 32)	134
7.2.4. Considerações sobre a edificação	135
CAPÍTULO 8	140
8.1. Relação do usuário com a automação	140
8.2. O papel do arquiteto	141
8.3. Perspectivas de mercado para Edifícios Automatizados	144
8.4. Recomendações de caráter tecnológico e projetual (baseados em princípios de automação e sustentabilidade)	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
FONTES DAS IMAGENS	160
ANEXOS	165
A.1) Lista de Associações	166
A.2) Reportagens	167
A.3) Questionário	173
A.4) Análise Questionários	175

Este trabalho é uma contribuição para o estudo da relação da tecnologia da automação em sistemas prediais e a arquitetura nas últimas décadas do século XX e início do século XXI.

Focado no uso dessa tecnologia em edificações comerciais, nos seus diversos aspectos e vertentes, o trabalho procura identificar as facetas positivas dessa relação e possíveis traços de inter-dependência. Além disso, busca analisar o pensamento arquitetônico corrente nesse período e a gênese de conceitos correlatos, como o referente aos chamados "*Edifícios Inteligentes*" e "*Edifícios de Alta Tecnologia*".

O texto pretende ser um elemento de conscientização para a prevenção de resultados insatisfatórios e suas conseqüências ambientais, oriundos dessa concepção ideológica que preconiza a tecnologia como força de mudanças. Pretende mostrar que a arquitetura tenta, e deve, recuperar valores como o entorno, o urbano, a consciência social e ecológica; valores esses que estão muito além do simples uso da tecnologia.

Assim, o exame das características da tecnologia da automação como ferramenta na busca do desenvolvimento sustentável permite uma nova visão de sua relação com a arquitetura, necessária para justificar sua utilização.

Longe de pretender apontar uma solução definitiva e única, pois certamente são muitas, deseja-se mostrar o quão danosa pode ser a relação automação/arquitetura, quando esta última é suprimida por equipamentos de alta tecnologia. Deste modo, pretende-se indicar, senão o rumo exato, ao menos a direção para que edifícios realmente inteligentes possam vir integrar a realidade arquitetônica no cenário nacional.

The present work is a contribution to the study of the relationship between architecture and building systems automation technologies in the last decades of the twentieth century and the beginning of twenty-first century.

Focused on the use of these technologies in commercial buildings, in its several aspects and springs, this work intends to identify the positive facets of that relationship and possible features of inter-dependence. Furthermore, it intends to identify the architectural thought of the current period and the origin of related concepts such as the so called "Intelligent Buildings" and "High-Tech Buildings".

The text intends to be an awareness element for the prevention of unsatisfactory results and their environmental consequences, generated by this ideological conception that preaches technology as a change power. It intends to show that architecture tries and must recover values such as environment, urban sites, social and ecological consciousness; which are much beyond the simple use of technology.

Thus, the analysis of the characteristics of automation technology as a tool in the search of sustainable developments allows a new vision of its relationship with architecture, necessary to justify its use.

Far from the intention of pointing to a definition and unique solution, because they are many, one wishes to show how damaging the relationship between technology and architecture can be when this is suppressed by high-tech equipment. Thus, one wishes to point out, if not an exact way, at least the direction so that really intelligent buildings may integrate the architectural reality in the national scenery.

1.1. Objetivo e objeto da pesquisa

Este trabalho tem como objetivo estudar os efeitos da criação e evolução da tecnologia da automação predial, sob o enfoque de sua influência na produção arquitetônica atual e no desenvolvimento sustentável da arquitetura.

A automação teve origem a partir da década de 1980, apoiada nas possibilidades que o aprimoramento do uso da informática e das novas tecnologias de informação colocaram à disposição do homem, proporcionando, também, inovações significativas para o setor da construção civil.

Essas tecnologias consistem, basicamente, na elaboração de sistemas automatizados de controle e gerenciamento das instalações prediais, visando, essencialmente, o conforto, a redução dos custos operacionais e a segurança patrimonial.

Sistemas desse tipo necessitam de instalações adequadas na edificação. Sendo assim, essa tecnologia exige certas preocupações em relação à concepção arquitetônica no que diz respeito à incorporação de novos elementos no projeto arquitetônico, ou a posteriores adaptações.

Este trabalho pretende identificar de que maneira essa tecnologia está sendo utilizada no mercado imobiliário atual; como ela pode contribuir com a arquitetura e quais as previsões a serem adotadas pelo arquiteto no projeto arquitetônico para que os sistemas possam ser instalados de forma adequada e eficiente.

1.2. Objetivos específicos

O trabalho tem como objetivos específicos:

- ✓ Discutir os conceitos de Automação e Sustentabilidade, através do levantamento da bibliografia disponível sobre o tema, identificando sua origem, histórico e outros aspectos relevantes de modo a compreender os diferentes motivos que levam às suas aplicações;
- ✓ Identificar as tecnologias de automação predial disponíveis no mercado e suas possíveis aplicações;
- ✓ Definir e exemplificar soluções arquitetônicas obtidas através do uso exclusivo de sistemas passivos de condicionamento ambiental;
- ✓ Definir e exemplificar soluções arquitetônicas que fazem uso da integração de sistemas passivos e ativos (automação) de condicionamento ambiental;
- ✓ Identificar as diretrizes de projeto adotadas na produção de um chamado “Edifício Inteligente” na cidade de Porto Alegre, assim como coletar informações sobre os sistemas utilizados e analisar informações referentes ao nível de satisfação dos usuários em relação ao mesmo.
- ✓ Analisar a viabilidade da relação entre automação e sustentabilidade na arquitetura.

1.3. Metodologia

Primeiramente, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica com o intuito de formar a base teórica necessária para a posterior discussão e análise dos principais conceitos envolvidos no tema.

Após esta etapa, foram pesquisados exemplos de edificações que dispõem de sistemas de alta tecnologia, de maneira que tornasse possível a desconstrução do partido arquitetônico que forma a base do conceito dos chamados “Edifícios Inteligentes”.

Seguindo com a exemplificação, foi escolhida uma edificação comercial, na cidade de Porto Alegre, que se apresenta como enquadrada neste conceito, com a intenção de se desenvolver um estudo de caso, em que, além da análise de aspectos formais, houve a preocupação de se identificar o nível de satisfação dos usuários, seguindo técnicas de Avaliação Pós-Ocupação.

Dessa forma, o desenvolvimento do trabalho foi baseado nas seguintes etapas:

- ✓ Revisão bibliográfica;
- ✓ Exemplificação;
- ✓ Estudo de caso;
 - ✓ Coleta de informações sobre a edificação publicadas em periódicos (jornais e revistas);
 - ✓ Visitas técnicas ao local, acompanhadas por funcionários da empresa responsável pelo projeto e pela instalação dos sistemas de automação;
 - ✓ Entrevistas envolvendo o proprietário da edificação e profissionais que trabalharam no desenvolvimento do projeto de automação;
 - ✓ Aplicação de questionário aos usuários da edificação para obter o nível de satisfação deles em relação à mesma - o que também permitiu que se identificasse a opinião do público em geral a respeito do conceito “Edifícios Inteligentes”.
- ✓ Tratamento e análise das informações obtidas;
- ✓ Conclusões.

1.4. Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em oito capítulos. No **primeiro capítulo** é apresentada a importância do tema em estudo, os objetivos e a justificativa para o

desenvolvimento do trabalho, além da metodologia utilizada e da estrutura geral.

O **segundo capítulo** desse trabalho apresenta um apanhado geral sobre a influência das evoluções tecnológicas na arquitetura, no período que compreende os séculos XVIII ao XX – a partir da Revolução Industrial - identificando as diferentes etapas destas evoluções. No mesmo capítulo são abordados ainda aspectos referentes ao início do uso de equipamentos mecânicos na busca da “arquitetura do bem-estar”.

Informações sobre o conceito, histórico e precedentes da tecnologia da automação são apresentadas no **terceiro capítulo**, que inclui, também, uma análise sobre o impacto dessas tecnologias na vida cotidiana, tanto em respeito à sua introdução nas residências quanto no trabalho.

O **quarto capítulo** trata de questões referentes ao desenvolvimento sustentável, haja vista que atualmente não existe espaço para outro tipo de crescimento. A preservação da energia disponível e, por conseqüência, dos ecossistemas é, mais do que nunca, imperiosa, devendo a arquitetura colocar a sua arte à disposição da persecução deste objetivo.

O **quinto capítulo** apresenta uma relação dos sistemas de controle mais utilizados no mercado imobiliário para a automação de edificações, assim como a descrição de suas funcionalidades e aplicações.

O **sexto capítulo** consiste na apresentação de dois exemplares de edificações projetadas de acordo com princípios sustentáveis, e que também utilizam sistemas de controle automatizados colaborando no alcance de seus objetivos.

Um estudo de caso referente a uma edificação que possui certo grau de automação na cidade de Porto Alegre é apresentado no **sétimo capítulo**. A partir de então, é feito um estudo aprofundado de suas características, a fim de se identificar a maneira como a automação vem sendo aplicada no mercado imobiliário atual em nosso meio. Neste mesmo capítulo, ainda encontra-se a compilação dos resultados do questionário aplicado aos usuários da edificação em termos de

avaliação pós-ocupação.

E, por fim, o **oitavo e último capítulo** apresenta as conclusões deste trabalho, incluindo uma análise sobre as perspectivas desse mercado e a responsabilidade profissional do arquiteto em relação ao desenvolvimento social e ambiental de seu objeto de trabalho. Tudo isso sob o enfoque de que a automação e seus sistemas não sejam somente um adereço na obra arquitetônica, mas, efetivamente, contribuam como ferramentas fundamentais para o desenvolvimento da arquitetura - criando um axioma em que o comprometimento com a sustentabilidade e preservação do meio ambiente em todos os seus aspectos sejam o mote para os novos edifícios verdadeiramente inteligentes.

1.5. Relevância da pesquisa

A maioria das edificações desperdiça relevantes oportunidades de poupar energia e custos, pela não consideração efetiva de importantes desenvolvimentos nas áreas de novos conceitos arquitetônicos, materiais, equipamentos e tecnologia construtiva vinculados à eficiência energética. Além disso, um dos grandes desafios para o arquiteto está em projetar edificações que apresentem bom desempenho pós-ocupacional.

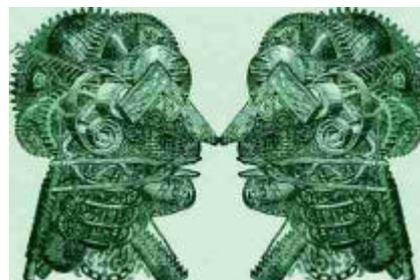
A Automação Predial pode auxiliar na obtenção desse bom desempenho, já que tem como um de seus objetivos a otimização do uso das instalações prediais, através de sistemas de controle e gerenciamento, onde a amortização do investimento nestes equipamentos se dá através da economia gerada ao longo de sua vida útil.

Assim, este trabalho pretende contribuir para a ampliação do conhecimento sobre os sistemas de automação existentes, encarando-os do ponto de vista arquitetônico e sustentável. Em especial por se tratar de um tema recente, sendo que seus conceitos e funcionamento ainda são pouco conhecidos e, muitas vezes, utilizados de maneira inadequada.

O trabalho ganha especial importância também em vista da crise energética

pela qual o país passou em recentes anos, e que continua sendo uma preocupação constante, já que um dos principais objetivos do uso da automação predial é a busca de maior eficiência energética na edificação.

A arquitetura é evolucionária, tanto quanto revolucionária.¹



CAPÍTULO 2

A ARQUITETURA E AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS (PERÍODO PÓS-REVOLUÇÃO INDUSTRIAL)

Os séculos XIX e XX (inclua-se também o final do século XVIII) foram períodos de grandes inovações tecnológicas e de profundas transformações econômicas, sociais, políticas e culturais. Mas, embora o período tenha sido marcado por um visível otimismo e uma conseqüente fé tecnológica, qualquer visão estritamente determinista seria equivocada. A tecnologia não foi o único agente destas transformações, e nem teria condições de sê-lo, pois sua relação de interdependência com fatores como economia e política é intrínseca ao seu desenvolvimento. Tal fato pode ser comprovado pela grande lacuna existente entre o nível de desenvolvimento tecnológico de países ricos e pobres, que é influenciada principalmente pela possibilidade (ou não) de investimentos no setor.

De qualquer maneira, a técnica e a tecnologia² não deixam de ser espécies de “motores” da história, exercendo um dos papéis principais no desenvolvimento humano (como, por exemplo, a invenção da roda ou o primeiro abrigo construído

¹ VENTURI, Robert. Complexidade e contradição em arquitetura. São Paulo: Martins Fontes, 1995 p.47.

pelo homem). Um trabalho interessante que trata da influência da tecnologia na arquitetura é a tese de doutorado de MASCARÓ [1990], intitulada *Inovação Tecnológica e Produção Arquitetônica*, o qual aborda esse tema até os anos da década de 1980.

No período de cerca de 250 anos anterior ao século XXI (final do século XVIII, século XIX e século XX), diferentes etapas desta “evolução” podem ser identificadas, muitas vezes, com seu reflexo, também, na arquitetura. No entanto, existem divergências entre diversos autores no que diz respeito à definição de qual seria o número dessas etapas (assim como de seu período correspondente e sua denominação).

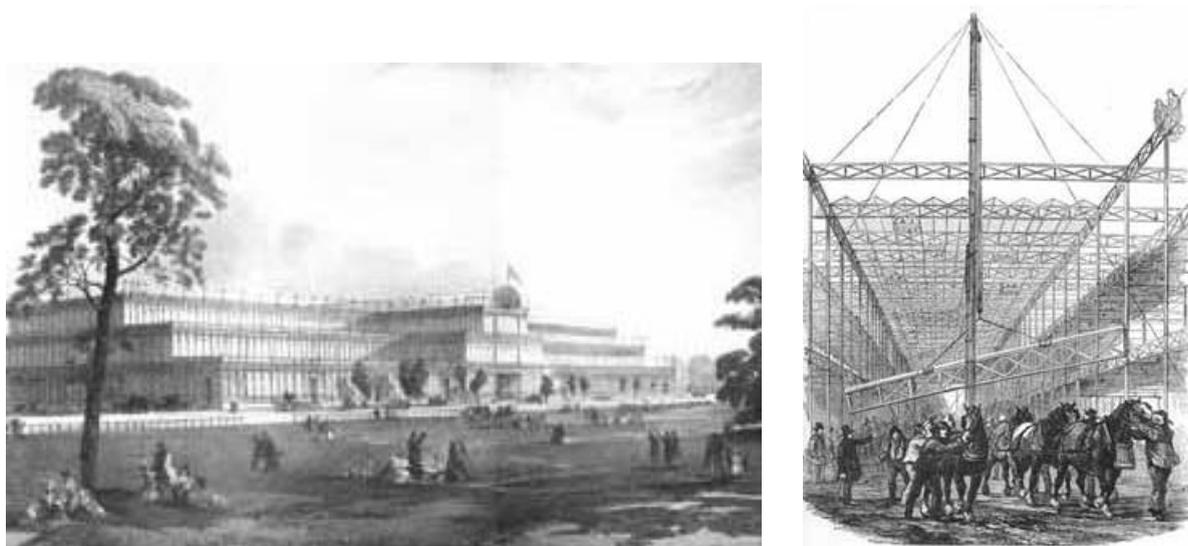


Figura 1 – Palácio de Cristal (Joseph Paxton - Londres, 1851)

Consenso entre todos, o início destas inovações, a partir da segunda metade do século XVIII é denominado *Revolução Industrial*: período em que foram desenvolvidas as primeiras máquinas a vapor, e que corresponde ao início da mecanização do processo produtivo. Em relação à arquitetura, BRUNA [1976] considera que a contribuição da indústria nesse primeiro período foi, pois, de simples substituição de materiais não implicando modificações substanciais na arte e na técnica de construir. No entanto, é no final deste período que surgiram edificações que, além de fazer uso de novos materiais, representaram também uma revolução

² Seguimos aqui as definições sobre técnica e tecnologia em MASCARÓ[1990].

na técnica construtiva, como o Cristal Palace (Joseph Paxton - 1851) e a Torre Eiffel (Gustave Eiffel - 1889).



Figura 2 – Torre Eiffel (Gustave Eiffel – Paris, 1889)

A duração desse primeiro período é um ponto divergente entre alguns autores. BRUNA [1976], em *Arquitetura, industrialização e desenvolvimento*, estende este período até a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), considerando o início de uma Segunda Revolução Industrial a partir de então – momento em que inclusive a construção civil entra em um período de *industrialização* em virtude dos grandes planos de reconstrução do pós-guerra.³



Figura 3 – Industrialização da arquitetura no período pós-guerra

No entanto, outras grandes inovações também surgem em um período anterior às Grandes Guerras Mundiais, e que diferem da essência da tecnologia

³ BRUNA, Paulo Júlio Valentino. *Arquitetura, industrialização e desenvolvimento*. São Paulo: Perspectiva, 1976, p19.

desenvolvida até então: a invenção do motor de combustão interna, da eletricidade e de produtos sintéticos em fins do século XIX e início do século XX. Sem dúvida, este período possui características próprias e merece distinção, sendo caracterizado no presente trabalho como Segundo Período Tecnológico.



Figura 4 - Imagem da Av. Rio Branco, cidade do Rio de Janeiro, em 1900.

Com a invenção do automóvel, a necessidade de reconfiguração urbana.

E, a partir de meados do século XX, com a invenção do computador, temos outra guinada no rumo do desenvolvimento tecnológico, trazendo novas possibilidades e tornando cada vez mais obsoletas as tecnologias do início da *Revolução Industrial*. PORTOGHESI [1985] se refere a esta etapa como “o segundo ou terceiro estado da vida da sociedade industrial”⁴ que, no presente trabalho, será considerado como o Terceiro Período Tecnológico.



Figura 5 - Escritórios informatizados (2000).

⁴ PORTOGHESI, Paolo. Depois da Arquitetura Moderna. São Paulo: Martins Fontes, 1985, p.13.

Embora exista dificuldade na definição dos períodos, este trabalho seguirá considerando essas três etapas distintas no desenvolvimento tecnológico, justificado pela obsolescência que as inovações de cada etapa trazem às que lhe antecedem.

QUADRO I – Uma proposta de períodos tecnológicos				
	Principal inovação	Conseqüências	Influência na arquitetura	Novo paradigma
<p>Primeiro Período Tecnológico</p> <p>(segunda metade do sec. XIII e início do séc. XIX)</p>	<p>Desenvolvimento da máquina a vapor.</p>	<p>Possibilitou a mecanização e a criação de indústrias e das ferrovias.</p>	<p>A possibilidade de trabalho nos “centros” levou a um grande êxodo rural. Assim, temos o início da Urbanização nos termos que conhecemos hoje em dia. No entanto, as instalações sanitárias precárias (quando existentes) significavam cidades insalubres.</p>	<p>URBANIZAÇÃO</p>
<p>Segundo Período Tecnológico (fins do sec. XIX e início do séc. XX)</p>	<p>Invenção do motor de combustão interna, desenvolvimento da eletricidade, de produtos sintéticos.</p>	<p>Desenvolvimento da indústria automobilística, aumento da jornada de trabalho em função da luz elétrica, invenção do plástico.</p>	<p>O automóvel trouxe consigo a necessidade de uma nova configuração das cidades em sua função, a eletricidade (e outras instalações) trazem modificações na composição arquitetônica, que antes dependia apenas da luz natural, ou de equipamentos que iluminavam através da luz resultante da combustão.</p>	<p>SALUBRIDADE</p>
<p>Terceiro Período Tecnológico (Revolução da informação) (fins do sec. XX e atualmente)</p>	<p>Invenção do computador</p>	<p>Facilidade no processamento e na troca de informações. Possibilidade de programação de máquinas (“inteligência artificial”). Uso de máquinas para substituir trabalhos antes realizados pelo homem, resultando em maior tempo livre.</p>	<p>Rompimento de barreiras físicas. Maior preocupação com o conforto, em função da busca de aumento de produtividade de empresas e indústrias.</p>	<p>CONFORTO</p>

Todo esse período de 250 anos de transformações tecnológicas, sem dúvida, revolucionou vários setores da sociedade. Entre eles, na arquitetura isto significou a origem de um dos mais importantes movimentos, vinculado à então emergente cultura industrial: o Movimento Moderno. Essa arquitetura, baseada na contribuição da ciência, da indústria e da técnica, desenvolveu-se apoiada nas possibilidades formais proporcionadas pelo uso dos novos materiais e das novas tecnologias.

Essa confiança nos novos materiais e nas novas disponibilidades tecnológicas carregou consigo ideais de superação, onde a “nova arquitetura” estaria acima de todos os condicionantes da arquitetura tradicional. Este otimismo tecnológico traduziu uma confiança irrestrita no mundo da tecnologia e da ciência, que seria capaz de solucionar qualquer problema – inclusive os pertencentes a outras esferas da condição humana, como os de cunho social. A ideologia do Movimento Moderno esteve, então, baseada no desejo de expressar o *zeitgeist* (espírito dos tempos).



Figura 6 - Vista aérea de Manhattan em 1931

Os novos materiais, como as estruturas de aço e o concreto armado revolucionaram o tratamento de plantas, estruturas e fachadas. O ferro e o vidro que, na arquitetura civil, até então eram utilizados apenas como elementos complementares ou decorativos, passaram a ser produzidos em grandes quantidades, graças aos novos processos industriais, e a fazer parte da maioria dos

novos edifícios. Foi este contexto que possibilitou o desenvolvimento dessa arquitetura que se difundiu com tanta facilidade em vários países (França, Alemanha, Estados Unidos), sendo a Inglaterra a grande pioneira no uso desses materiais.

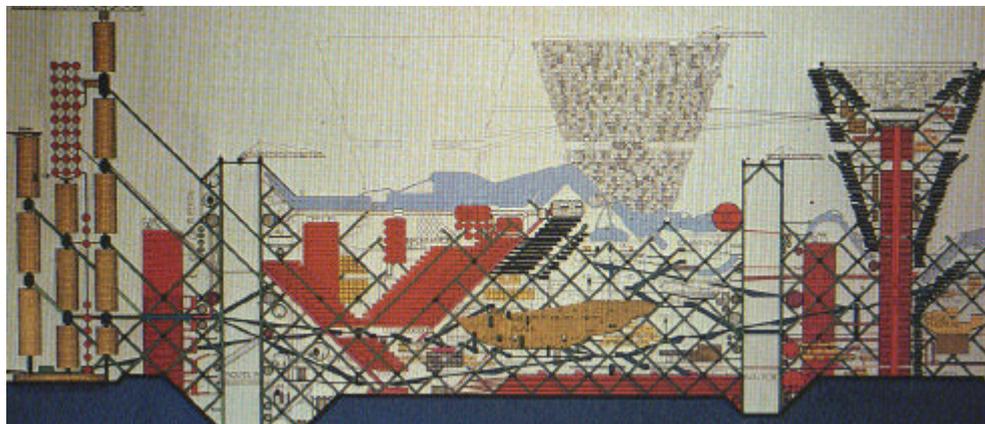


Figura 7 – Plug-in-city (Peter Cook, 1964)

Durante o período correspondente às Grandes Guerras Mundiais, no entanto, certo pessimismo ligado ao uso da tecnologia para fins bélicos prejudicou esta imagem otimista que até então se fazia da mesma⁵. Mas a posterior abundância e opulência dos anos 60 nos países capitalistas, relativas a um período de grande desenvolvimento e aliada à conquista espacial, fizeram aparecer novas utopias tecnológicas, como os projetos apresentados pelo grupo Archigram, na Inglaterra, e pelos Metabolistas Japoneses.

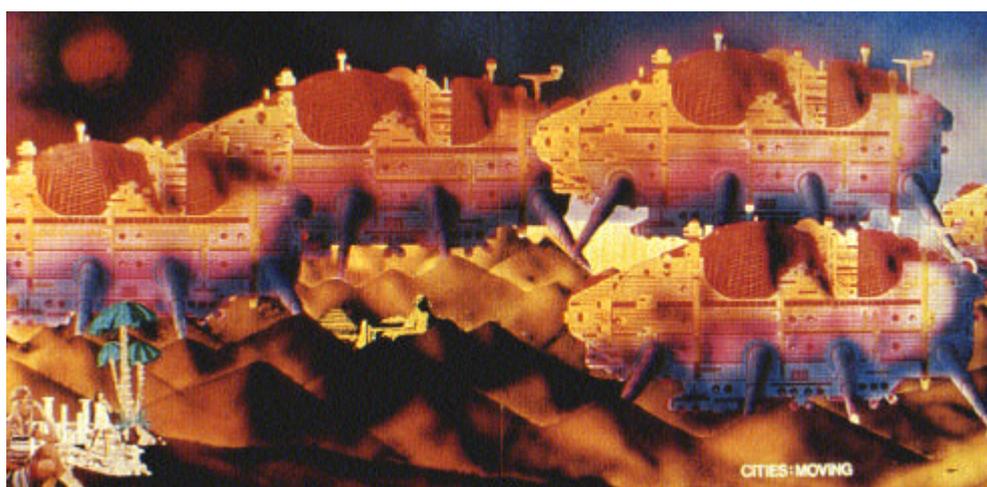


Figura 8 – Walking City (Ron Heron, 1964)

⁵ Este é um dos motivos que permitiu o destaque brasileiro na Arquitetura Moderna entre os anos 30 e 60, especialmente através das figuras de Oscar Niemeyer e Lúcio Costa.

Esta recuperação do espírito pioneiro e otimismo tecnológico das vanguardas do princípio do século XX é um período de grande prosperidade. Tudo isto teve seu reflexo nas propostas arquitetônicas da época: os novos instrumentos de pesquisa e de produção desenvolvidos nesse período permitiram avançar ainda mais na experimentação de novos materiais para a arquitetura que vinha se desenvolvendo. Já nos anos 80 o problema que veio de encontro ao uso da tecnologia foi de raiz ambiental, através da crítica em relação ao poder destrutivo da tecnologia quando utilizada sem critérios. As visíveis conseqüências do uso irracional de materiais e energia não-renováveis, frente à grande crise energética enfrentada nos anos 70 desestruturou a fé na tecnologia. O mito da natureza como uma fonte infinita de recursos, de onde se poderia obter energia e materiais sem limites, desmoronou, deixando sem perspectivas o uso de tecnologias energofágicas tal como vinha sendo feito até então.

Segundo MONTANER [1997], este terceiro período, compreendido entre o final dos anos setenta até o final dos oitenta, e por ele denominado de “sociedade pós-industrial”, é marcado pela evolução da tecnologia mecânica dos motores para uma tecnologia intelectual da informação, do conhecimento codificado e do microprocessamento. É um período em que os técnicos e profissionais dos setores se tornam cruciais, visto que as infra-estruturas de comunicação são mais transcendentais do que as de transporte e energia.⁶

Desde os anos de 1980 até os dias atuais, no entanto, pouco se fez para encaminhar este desenvolvimento para um novo rumo, preocupado com os problemas da natureza. Especialmente em países mais desenvolvidos, esta visão determinista continua sendo um ideal, e a tecnologia, um símbolo de *status*, modernidade e poder, apesar de todos os problemas já enfrentados e das



**Figura 9 - Torre Cápsula
(Kisho Kurokawa, 1972)**

⁶ MONTANER, Josep Maria Montaner. Después del movimiento moderno. Arquitectura de la Segunda mitad del siglo XX. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A. 1997a, p.178.

previsões nada otimistas em relação aos recursos de que ainda dispomos. CABRAL [1991] considera que isto tenha ocorrido devido à perpetuação de mitos acerca do papel da tecnologia e da ciência, e sua relação com um critério moral de verdade e neutralidade.⁷

Ainda nesse contexto, é importante se fazer a distinção entre dois tipos de tecnologia na arquitetura, conforme descrito por MASCARÓ [1989] em *Tecnologia & Arquitetura: a Emergencial e a Intermediária*⁸. Todas as duas têm sua relevância na história da arquitetura, mas cada uma trata de um tipo específico de necessidade humana. A *Tecnologia Emergencial* consiste na satisfação das necessidades básicas, como: água, luz, e esgoto. Já a *Tecnologia Intermediária*, que geralmente sucede a *Emergencial*, consiste na satisfação de metas de conforto, qualidade e segurança (não essenciais).

Ao examinarmos a Tabela 1, poderíamos concluir que a satisfação das necessidades básicas veio a ser atendida de maneira satisfatória apenas a partir do que determinamos como *Segundo Período*, momento a partir do qual sistemas simples de água, esgoto e iluminação passaram a ser uma realidade em grande parte das edificações. Antes disso, os serviços essenciais eram precários ou até mesmo inexistiam. No entanto, existem dois aspectos a ser considerados:

- Mesmo a partir deste ponto da história sempre existiram situações periféricas ao atendimento das necessidades essenciais (e ainda existem), onde os serviços de água, esgoto e energia elétrica não tinham alcance.
- Antes mesmo desses serviços passarem a ser oferecidos pelo poder público local, as classes mais abastadas tinham à sua disposição soluções menos “tecnológicas”, que garantiam o funcionamento das edificações.

⁷ CABRAL, Cláudia Piantá Costa Cabral. Grupo Archigram, 1961-1974, Uma fábula da técnica. Tese de Doutorado. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 1991, p.12.

⁸ MASCARÓ, Lúcia Elvira Raffo de (coord.). *Tecnologia & Arquitetura*. São Paulo: Nobel, 1989, p 10.

O trecho que segue, de COSTA apud VERÍSSIMO [1999], em respeito à arquitetura do período colonial no Brasil, é um exemplo disso:

A máquina brasileira de morar, ao tempo da Colônia e do Império, dependia dessa mistura de coisas, de bicho e de gente que era o escravo. Se os casarões remanescentes do tempo antigo parecem inabitáveis devido ao desconforto, é porque o negro está ausente. Era ele quem fazia a casa funcionar: havia negro para tudo, desde negrinhos sempre à mão para recados, até negra velha, babá. O negro era esgoto; era água corrente no quarto, quente ou fria; era interruptor de luz e botão de campainha; o negro tapava goteira e subia vidraça pesada; era lavador automático, abanava que nem ventilador.⁹



Figura 10 - Imagens do assentamento irregular da Vila dos Papeiros, Porto Alegre (após incêndio ocorrido em março de 2004)

Assim, pode-se interpretar que, até mesmo as necessidades referentes à determinada *Tecnologia Intermediária* sempre puderam ser satisfeitas, mesmo que de maneira precária, desde que se possuísse poder ou capital para tanto.

No período que determinamos como *Terceiro Período (Revolução da Informação)*, houve uma evolução muito grande no que diz respeito à satisfação das metas não-essenciais, especialmente nas edificações destinadas ao setor terciário. E o edifício em altura - base da vida urbana nas cidades atuais - tornou-se a tipologia característica dessa arquitetura, quase sempre incorporado com a mais alta tecnologia disponível.

⁹ VERÍSSIMO, Francisco Salvador e William S. M. Bittar. 500 anos da casa no Brasil. Rio de Janeiro, Ediouro, 1999, p. 126.

2.1. Aspectos sobre a integração entre arquitetura e meio-ambiente ("A arquitetura do bem-estar")

Muito antes da invenção do aparelho individual de ar condicionado por Carrier, em meados do século XX, a preocupação com o conforto ambiental deu origem a soluções diversas na arquitetura. Embora a arquitetura vernacular tenha sempre se desenvolvido sob esse enfoque, através do uso de materiais adequados para a construção e do aproveitamento de fatores naturais como os ventos e a insolação, o homem percebeu que determinados climas e situações necessitavam de complementos para a obtenção do conforto em situações adversas.

O aquecimento de ambientes por energia ativa data da domesticação do fogo pelo homem. Sistemas mais complexos já eram desenvolvidos na antigüidade clássica, através do uso do fogo para aquecimento de caldeiras que faziam o abastecimento das Termas na Antiga Grécia e Roma, por exemplo.

Seu sistema de aquecimento implicava a existência de câmaras subterrâneas, ocas, situadas sob os pavimentos, por onde circulava o ar quente produzido numa fornalha, chamada *praefurnium*. A água destinada às piscinas dos compartimentos quentes era aquecida em caldeiras, circulando em canos de chumbo.

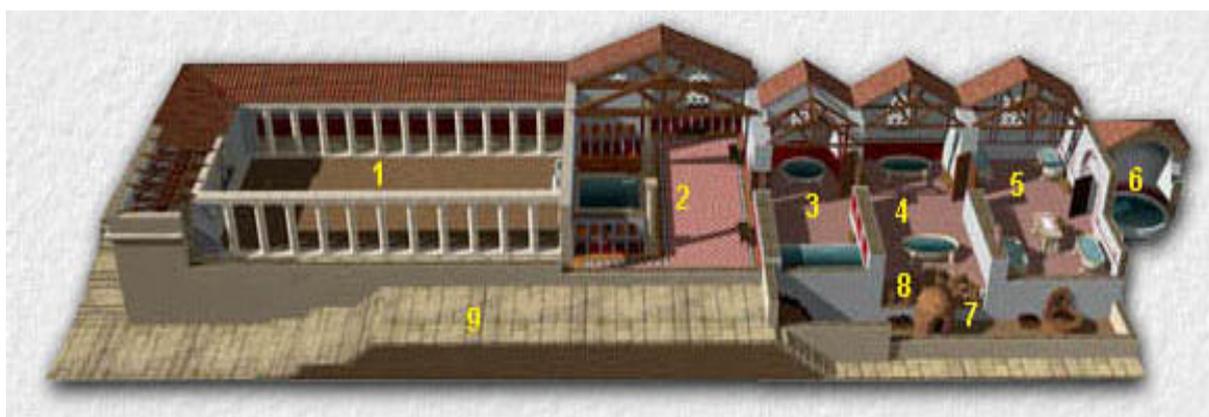


Figura 11 - Terma romana¹⁰

1. *Palestra* o espaço para exercício físico 2. *Apodyterium* ou vestiário 3. *Frigidarium* ou sala de água fria 4. *Tepidarium* ou sala de água morna 5. *Caldarium* ou sala de água quente 6. *Laconicum* ou sauna 7. *Praefurnium* ou zona de fornos 8. *Hipocaustum* 9. *Decumanus* ou rua escalonada

¹⁰ Reconstrução virtual de uma terma romana em : <http://www.balawat.com/Archiv/ruc.htm>.

Dentro do período focado por este trabalho, pode ser identificada uma construção que já dispunha de sistemas de aquecimento do ar em 1840. Trata-se da Prisão Pentonville, em Londres. A prisão era uma construção exemplar para a sua época e foi desenhada pelo Engenheiro Major Joshua Jebb para abrigar 560 presos e os demais serviços necessários.

A edificação de 3 andares (com um pé-direito de 3m cada) recebia o ar que era aquecido no nível do térreo através de canais que subiam por um átrio central. A proposta do sistema criado pelo engenheiro era de extrair um volume de 14.2l/s de ar de cada cela (cada uma possuía, em média, 10m²) e substituí-lo por uma quantidade igual de ar fresco, sem que a velocidade do ar se tornasse um incômodo, além de manter a temperatura entre 11 e 15 °C. Era importante, no entanto, evitar que os canais de circulação de ar facilitassem a comunicação entre os presos.

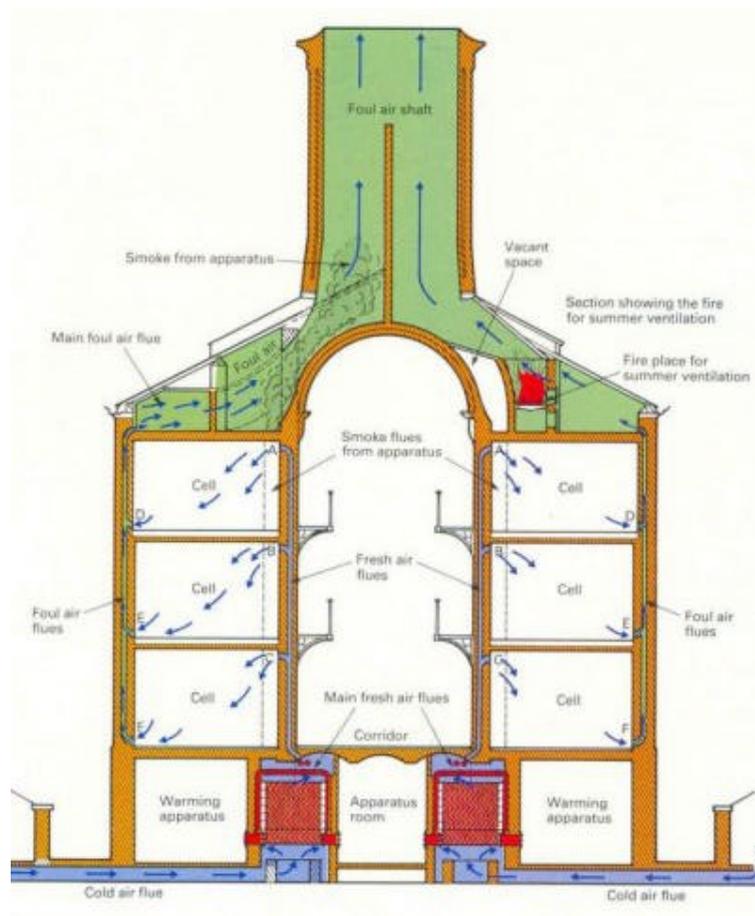


Figura 12 – Pentonville Prison (Major Joshua Jebb, Londres, 1840)

Outras técnicas só se fizeram possíveis a partir da Era Industrial, como o aquecimento através do uso de máquinas a vapor. O Royal Victoria Hospital, construído em 1903, é um exemplo de edificação que dispunha de tal técnica para controle contínuo de umidade do ar e de temperatura.

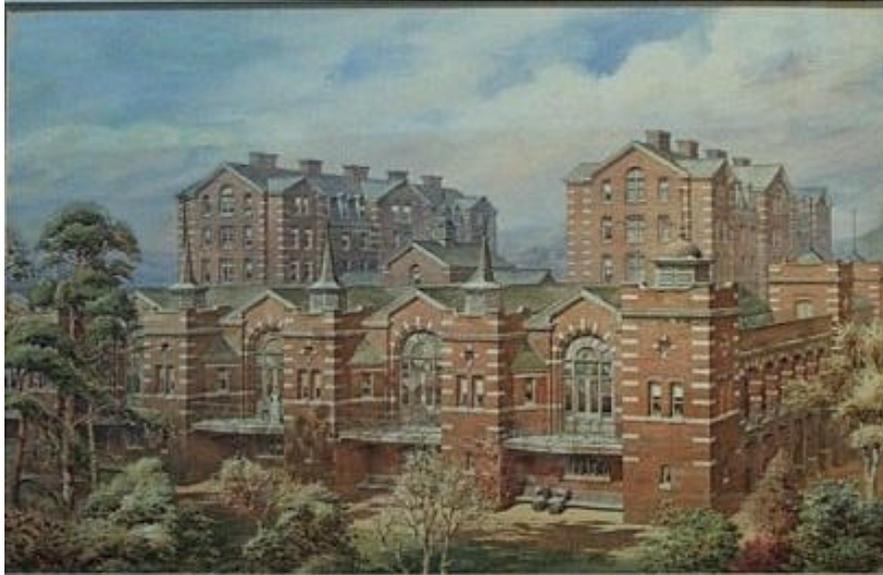


Figura 13 - Royal Victoria Hospital (Henman y Cooper, Belfast, 1903)

Seu desenho tratou de forma integrada a composição arquitetônica e o sistema de ventilação, sendo que seu duto principal é um túnel de tijolos maciços com piso de concreto, localizado no mesmo nível da edificação. O túnel (chamado de *Plenum*) possui 50 m de comprimento e 3m de largura.



Figura 14 - Royal Victoria Hospital (Duto de ventilação - Plenum)

Um sistema de umidificação funcionava através da passagem do ar (antes de ser aquecido) por fibras de côco molhadas. Este sistema era regulado por uma pessoa responsável, através de leituras freqüentes das temperaturas de bulbo úmido e bulbo seco.

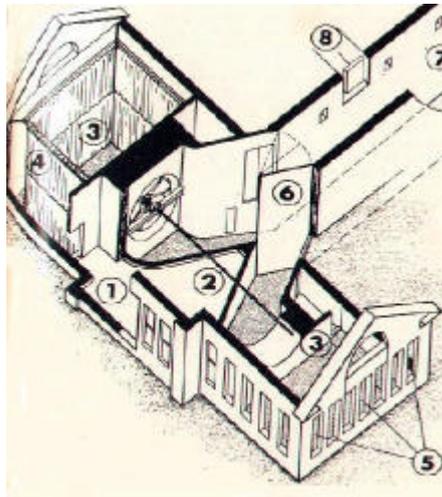


Figura 15 - Corte axonométrico do Royal Victoria Hospital

1 – sala de máquinas; 2 – eixo do ventilador; 3 – câmara de calefação; 4 cordas para a filtragem; 5- grades para a entrada de ar; 7 – duto principal; 8 – ramais

O ar passava, então, por um aquecedor com força motor a vapor antes de ser conduzido ao *Plenum* e tinha sua indução auxiliada por uma espécie de ventilador centrífugo que forçava a saída do ar. Cada setor do hospital possuía um próprio duto, que era alimentado pelo duto principal (*Plenum*).

A pressão positiva proporcionada pelo ar fresco assegurava que apenas o ar tratado, proveniente da planta de ventilação, fosse respirado pelos pacientes antes de ser eliminado para a atmosfera, o que contribuía, também, para a assepsia do hospital.



Figura 16 - Royal Victoria Hospital (aquecedor e ventilador)

Alguns anos depois, já no início do desenvolvimento das idéias do Movimento Moderno, outra edificação que demonstra preocupações de cunho ambiental no que diz respeito ao conforto é o Edifício Larkin para escritórios (Nova York, 1906) , do arquiteto Frank Lloyd Wright. Aqui, também, pode-se observar, claramente, que o projeto arquitetônico foi fortemente influenciado pela incorporação de um sistema mecanizado de climatização.

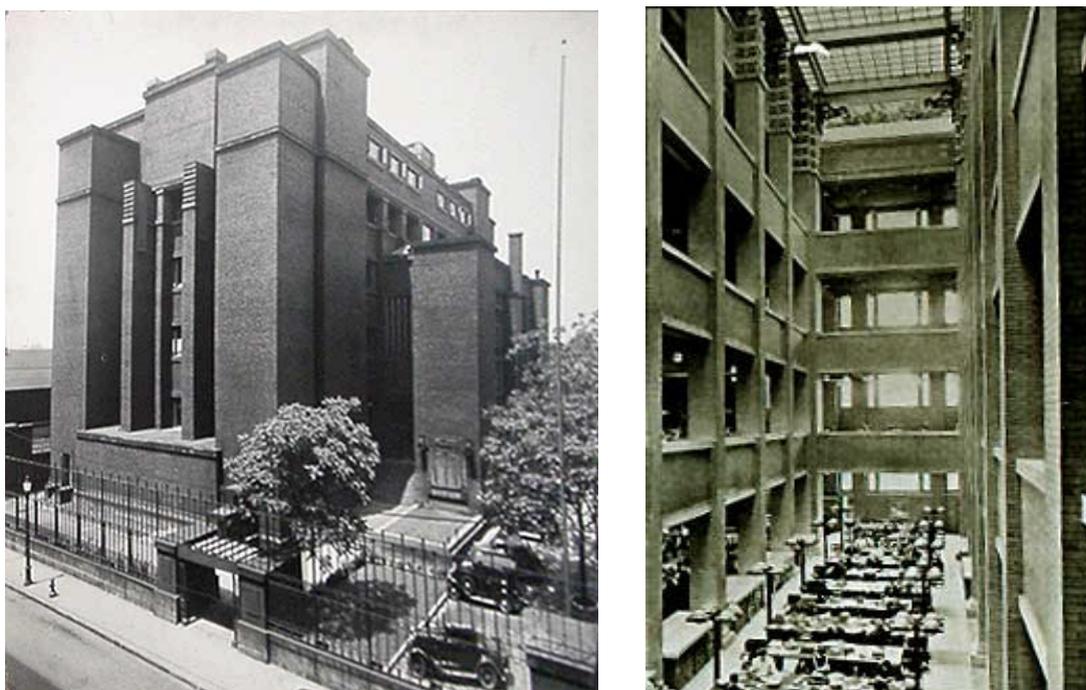


Figura 17 - Larking Building (Frank Lloyd Wright, Nova York , 1906)

Uma das estratégias de desenho era manter a edificação livre dos gases tóxicos liberados pelos trens da linha Central de Nova York, que passavam muito próximos do local. Assim, trata-se de uma construção hermética, totalmente dependente de ventilação artificial.

Sua forma exterior é também dependente destes fatores, livrando-a de ser uma simples relação de volumes determinada pela função. O átrio interno, por exemplo, além de ser uma necessidade, em vista dos novas relações de trabalho, representa o elemento que possibilita a distribuição do ar para os ambientes que se encontram no interior da edificação.

Os grandes volumes externos, correspondentes às quatro torres nas esquinas, abrigavam, além da circulação vertical, equipamentos e dutos do sistema de ventilação. O ar entrava através de tomadas de ar altas e era conduzido por amplos dutos localizados nas paredes cegas dessas torres. No porão, ele era limpo e aquecido (ou resfriado), mas não havia controle de umidade. O ar era, então, conduzido para cima e distribuído em cada piso por condutos de alimentação localizados logo abaixo dos balcões de cada pavimento. Ainda nas torres localizavam-se os dutos de extração do ar viciado e de condução do cabeamento elétrico, além de outras instalações auxiliares.

Segundo BANHAM [1975], o Royal Victoria Hospital e seus inumeráveis antecessores no campo da “arquitetura do bem-estar” para as sociedades em massa industrializadas, apresentam, em princípio, a imagem de novas necessidades funcionais e possibilidades mecânicas, que sobrevivem através de uma casca de formas arquitetônicas concebidas convencionalmente, enquanto que no Edifício Larkin apresenta a transformação da economia interior da edificação. E é assim que Wright, no projeto do Edifício Larkin, serve como ponte entre a arquitetura moderna e o progresso da criação de entornos humanos.

Embora o Edifício Larkin dispusesse de equipamentos tecnológicos inovadores para o ano em que foi construído, as demais obras de Wright, no mesmo período, também demonstravam sua preocupação com o entorno, mas as soluções geralmente se apresentavam mais modestas e envolviam a combinação de sistemas estruturais e mecânicos, demonstrando sua capacidade de lidar com a arte do entorno.

Ainda assim, tanto o Edifício Larkin, quanto o Royal Victoria Hospital, resultaram em projetos cuja forma final sofreu importante influência devido aos métodos de controle ambiental empregados. Nesses casos, os equipamentos de distribuição de ar, que geralmente ocupavam grandes volumes, eram os determinantes tecnológicos da forma. A necessidade de chaminés para a maquinaria a vapor, de volumes para extração e evacuação do ar acima do nível da edificação e

de dutos para a sua condução, são exemplos de como estes sistemas interferiam na composição formal.

Alguns anos depois, por volta da década de 1930, outras técnicas mecânicas de condicionamento ambiental recém desenvolvidas permitiram novas experimentações formais, levando a arquitetura a se libertar do entorno e dos fatores climáticos locais. O aparelho de ar-condicionado foi o grande protagonista desta mudança de repertório na arquitetura, por tornar habitável praticamente toda tipologia edilícia em qualquer lugar da terra.

A relação entre mudança de técnica e mudança de estilo, característica do pensamento racionalista, induziu os arquitetos modernistas a buscarem um novo estilo formal, civilizando a tecnologia e adequando a arquitetura à Era da Máquina.

As edificações em altura resultaram em novos problemas e necessidades referentes à adequação climática e seu desenvolvimento só se fez possível através dos novos inventos (elevador, estruturas de aço, luz elétrica, telefonia e ar condicionado), que pareciam demonstrar o domínio do homem sobre o ambiente construído.

A necessidade de se utilizar materiais mais leves para possibilitar construção em altura trouxe prejuízos ao desempenho térmico destas edificações, pois diminuiu sua capacidade de inércia térmica. Nos edifícios modernos, as perdas e ganhos de calor passaram a acontecer de maneira mais rápida, especialmente naqueles em que o vidro ocupa grande parte das fachadas. O bloco prismático de vidro tornou, então, indispensável o uso de equipamentos condicionadores de ar.

Assim, houve um aumento sem precedentes de requisitos necessários para tornar habitável essas edificações. Certamente, neste período, muitas das construções se apresentaram insatisfatórias e deficientes (o que, lamentavelmente, acontece até os dias atuais), pela inadequação do produto com o entorno, resultando em experiências desagradáveis. Os efeitos do ambiente sobre essas edificações só puderam ser efetivamente constatados após suas construções. Problemas sérios de ventilação, devido ao efeito de sifão térmico causado pela entrada de ar frio pelos

pisos inferiores e sua subida rápida devido ao aquecimento durante a passagem pelos pisos, ocorriam e dificultavam a manutenção da temperatura, além de permitir a entrada de ar poluído do nível da rua e permitir uma velocidade do vento maior do que a ideal, no interior da edificação.

Esses problemas levaram os arquitetos a desejar e projetar construções herméticas, cujas condições internas pudessem ser totalmente controláveis. Ao permitir o controle de, praticamente todas as variáveis atmosféricas (temperatura, umidade, pureza), os equipamentos mecânicos eliminaram os compromissos ambientais do projeto arquitetônico, desde que exista oferta suficiente de energia para manter seu funcionamento e que haja disponibilidade para arcar com os custos dessa energia.

Isto deu liberdade (sic) aos arquitetos para “transportar” a arquitetura para qualquer lugar do mundo, e trabalhar com todo o tipo de materiais e formas que desejassem. Nas palavras de BANHAM [1975]: “Dado equipamento climático (o ar condicionado) permitiu ao homem viver sob forros baixos em trópicos úmidos, por trás de paredes delgadas no ártico, sob tetos não isolados, no deserto. Todos os preceitos para a compensação climática através da estrutura e da forma se tornaram antiquados...”

O próprio arquiteto Le Corbusier chegou a proclamar o uso de técnicas consumidoras de energia em edificações hermeticamente contidas (tentava-se divulgar o *International Style* - Estilo Internacional), conforme indicado em BANHAM [1975]:

Cada país constrói casas para seu próprio clima. Nesta época de penetração internacional das técnicas científicas, eu proponho: um único edifício para todas as nações e climas, a casa com *respiration exacte*.

Eu projeto estes pisos e instalo a planta para a *respiration exacte*... Eu regulo o ar a 18oC e a uma umidade relacionada com o estado do tempo. Um ventilador circula este ar através de condutos dispostos adequadamente, tendo-se criado difusores para impedir correntes de ar. Este regime de 18oC será o sistema arterial, e também abasteço o sistema venoso por meio de um segundo ventilador que introduz a mesma quantidade de ar, e estabelece assim um circuito fechado. O ar expelido e retornado volta a planta de ventilação, onde banhos químicos retiram o dióxido de carbono, e logo segue a um oxigenador para ser regenerado, e a resfriadores se tiver se aquecido demais.

O estreito espaço entre as membranas sopra o ar aquecido se estamos em Moscou, ou o ar gelado, se estamos em Dakar. Resultado: controlamos as coisas de tal maneira que as superfícies da membrana interior conserve os 18oC.

Estas caixas herméticas de ventilação controlada, no entanto, vieram a apresentar sérios problemas de ganhos térmicos, comportando-se como uma verdadeira estufa. Por esse motivo, logo se voltou ao uso de esquadrias que possibilitam sua abertura - permitindo a ventilação - e, pode-se considerar que o mesmo motivo levou o Le Corbusier a desenvolver uma solução, ao mesmo tempo tão simples e tão inteligente para o controle ambiental como o *brise-soleil*.



**Figura 18 - Protetores solares no Ministério da Educação e Saúde (1930)
Rio de Janeiro - princípio inserido por Le Corbusier**

CAPÍTULO 3
AUTOMAÇÃO PREDIAL

Automação: Sistema em que os processos operacionais em fábricas, estabelecimentos comerciais, hospitais, telecomunicações etc. são controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, substituindo o trabalho humano; automatização.

Automatizar: Prover de máquinas, ou de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, para agilização e otimização da produção, dos serviços etc.¹¹

A partir do *Segundo Período Tecnológico*, com o surgimento das instalações prediais, o funcionamento de uma edificação pode ser comparado ao de um organismo humano. Segundo MCLUHAN apud CABRAL [1991], os mecanismos para abastecimento (de água e eletricidade), eliminação de dejetos (esgoto), transporte de elementos em seu interior (pessoas e objetos), e comunicação (telefonía, áudio e vídeo), também podiam ser compreendidos como extensões técnicas do ser humano, ou seja, como mecanismos para ampliar a capacidade humana de adaptar-se ao ambiente natural, ou de modificar esse ambiente. O mesmo autor considera que a principal característica da mudança da tecnologia, no período pós-guerra, foi a passagem da tecnologia da máquina para a tecnologia da informação e da automação.¹²

Seguindo essa linha de raciocínio, o *Terceiro Período Tecnológico* incorporou a vontade de dar a este organismo edilício um “cérebro”, que passaria a comandar,

¹¹ HOUAISS, Antônio. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

¹² CABRAL [1991], op. cit, p 184.

sozinho, todas as ações dos sistemas e mecanismos que já faziam parte da edificação, a partir de instruções pré-determinadas pelo homem, não carecendo mais de seu trabalho direto ou de acompanhamento constante¹³. Segundo PORTOGHESI [1985], estes instrumentos que operam de forma análoga ao cérebro humano, sobre informações, elaborando-as e transformando-as, são a maior conquista da ciência recente.¹⁴

Por volta dos anos 80, esta analogia é que acabou por introduzir o conceito de *Edifício Inteligente*, já que a automação proveria a edificação de um “cérebro” artificial (através do uso do microcomputador). Muito provavelmente também houve influência do conceito de *Inteligência Artificial*, dada a softwares com capacidade de interação – tecnologia que estava em desenvolvimento no mesmo período.

Inteligente: que ou o que revela ‘inteligência’.

Inteligência: faculdade de conhecer, compreender e aprender. i. artificial INF ramo da informática que visa dotar os computadores da capacidade de simular certos aspectos da inteligência humana, tais como aprender com a experiência, inferir a partir de dados incompletos, tomar decisões em condições de incerteza e compreender a linguagem falada, entre outros.”¹⁵

Desta forma, sensores instalados em uma edificação funcionariam como nossas terminações nervosas, que perceberiam o estímulo (vibração, calor, fumaça, muita/pouca luz, etc.), enviariam esta mensagem à central de controle e supervisão (o “cérebro”), que faria a decodificação da mensagem e tomaria a medida necessária. No entanto, esse procedimento é baseado em ações pré-programadas pelo homem, não sendo o sistema capaz de aprender sozinho e evoluir a partir de situações já vivenciadas.

Assim, necessitando ser programado pelo homem, os sistemas funcionam mais como um complemento das capacidades naturais deste. Isto possibilita a criação de analogias, onde os fechamentos (móveis ou não) são considerados uma extensão de sua pele, os elevadores, uma extensão de suas pernas, a televisão, uma

¹³ Vale aqui lembrar da maneira como o controle predial era feito no Royal Victoria Hospital, conforme descrito no subcapítulo 2.1.

¹⁴ PORTOGHESI [1985], op. cit, p. 23.

¹⁵ HOUAISS, op. cit.

extensão de seus olhos, o telefone e outros aparelhos de comunicação, uma extensão dos sistemas auditivo e fonador. Aí estaríamos entrando na relação homem-máquina, característica das teorias cibernéticas.

Cibernética: ciência que tem por objeto o estudo comparativo dos sistemas e mecanismos de controle automático, regulação e comunicação nos seres vivos e nas máquinas 'ciência da regulação'.

Cibernetizar: controlar automaticamente (uma operação qualquer) através de computadores.¹⁶

Segundo MCLUHAN [1964] apud CABRAL [1991], essa revolução científica chamada 'automação' ou 'cibernética' tem sua essência em conceitos de simultaneidade, diferentemente da tecnologia da máquina existente até então, onde sua essência era a fragmentação.¹⁷ Assim, as tarefas deixam de acontecer em etapas sucessivas para serem realizadas *ao mesmo tempo*.

A automação não é uma extensão dos princípios mecânicos da fragmentação e separação das operações. É antes uma invasão do mundo elétrico em virtude do caráter instantâneo da eletricidade. Por isso, no campo da automação, se insiste em que esta é tanto uma forma de pensar como de fazer. A sincronização instantânea de numerosas operações acabou com o antigo padrão mecânico de dispô-las em seqüência linear.¹⁸

Já em CONSTANT apud CABRAL [1991], percebemos uma expectativa de mudança radical na cultura e na sociedade através das possibilidades apresentadas pela tecnologia da automação, em especial pela perspectiva de liberação ou diminuição do tempo de trabalho, aumentando o tempo livre para o ócio e o lazer.¹⁹

A mesma visão a respeito das possibilidades de mudança que a automação pode trazer à sociedade com relação ao trabalho já era compartilhada por MARCUSE [1954]. Segundo CABRAL [1991], para ele, quanto mais autônoma, tanto mais potencial tem a tecnologia para possibilitar a libertação do homem da fadiga e da restrição que o trabalho impõe, e contradizer o ideal da produtividade como fim em si mesmo.

Em *Childhood's End*, de Arthur Clarke (1953), podemos ter uma idéia bem

¹⁶ HOUAISS, op. cit.

¹⁷ CABRAL [1991], op. cit., p. 136.

¹⁸ MCLUHAN, Marshall. Compreender los medios de comunicaci3n. Las extensiones del ser humano (1964).Barcelona Paid3s, 1996, p. 67.

precisa destes novos ideais:

A semana de trabalho média estava agora pelas vinte horas – mas vinte horas não eram nenhuma sinecura. Havia pouco trabalho rotineiro, de natureza mecânica. A mente humana era muito valiosa para ser desperdiçada em tarefas que uns poucos milhares de transistores, algumas células foto-elétricas, e um metro cúbico de circuitos impressos poderiam realizar. Havia fábricas que funcionavam por semanas sem a inspeção de um único ser humano. Os homens eram necessários para solucionar problemas, tomar decisões, planejar novos empreendimentos. Os robôs faziam o resto.²⁰

O mesmo pensamento era também freqüentemente encontrado nos projetos do Grupo Archigram a partir de meados dos anos de 1960. Instalações promovidas pelo grupo procuravam passar essas idéias para o cidadão comum. Muito semelhante ao que podemos encontrar hoje em dia, instalações da mais alta tecnologia (disponível na época) eram montadas em exposições para que alguns felizardos – geralmente formadores de opinião – pudessem desfrutá-las e passar sua impressão sobre estar vivendo no “futuro”.

3.1. Automação Predial versus “Edifícios Inteligentes”

É a estreita relação com as teorias cibernéticas dos anos de 1980 que originou e dissipou o conceito contraditório e de cunho essencialmente comercial dos chamados *Edifícios Inteligentes* (do inglês: *Intelligent Buildings*). O termo surgiu nos Estados Unidos, também motivado pela busca de soluções para a crise energética mundial enfrentada no início dos anos 70. Em geral, este conceito tem sido usado para identificar edificações que possuem qualquer tipo de mecanismo de controle e supervisão automático, de maneira a diferenciá-las das demais no mercado imobiliário e incorporar *status* ao empreendimento (em que a tecnologia exerce papel fundamental), com a intenção de valorizá-lo comercialmente, tornando-o mais atrativo para seus usuários em potencial. Isto porque o termo remete a idéias de *edifícios futuristas*, com alta tecnologia, dotados dos mais desenvolvidos equipamentos e sistemas informatizados, que prometem maravilhas aos seus usuários.

¹⁹ CABRAL [1991], op. cit. p.91.

²⁰ CABRAL [1991], op. cit., p. 71.

Desde então, o termo continua a ser utilizado, havendo, inclusive, associações e organizações em vários países que tratam do assunto. Muitas destas organizações foram formadas através de parcerias entre indústrias e instituições de ensino e pesquisa para desenvolver estudos sobre a automação de sistemas prediais em busca da parametrização do conceito.²¹ Vale lembrar, no entanto, que existem fatores próprios de cada região e tipo de edificação que devem ser considerados para esta parametrização. Uma das organizações de maior influência no Brasil é a ABRAPI – Associação Brasileira de Automação e Prédios Inteligentes²².

No entanto, a conceitualização de um *Edifício* (verdadeiramente) *Inteligente*, após inúmeras críticas, vem sofrendo modificações. Hoje, o conceito abrange, muito mais do que sistemas de controle e supervisão, uma preocupação desde a concepção do projeto, materiais e elementos construtivos, técnicas de construção, gerenciamento ambiental, voltados para objetivos de economia²³, flexibilidade e conforto. Podemos verificar isso através de um trecho do Documento de Conceituação de Edifícios Inteligentes, elaborado pela ABRAPI no ano de 2001:

O edifício inteligente é aquele que conjuga, de forma racional e econômica, os recursos técnicos e tecnológicos disponíveis de forma a proporcionar um meio ideal ao desenvolvimento de uma atividade humana.

De qualquer forma, a palavra inteligência é fortemente vinculada aos seres humanos, e parte do princípio do conhecimento-aprendizado, não sendo adequado para tal fim. Embora hoje em dia os sistemas sejam aptos a responder a estímulos, trata-se de respostas pré-programadas pelo homem. Além disso, a maneira como o tema vem sendo tratado denegriu a imagem do conceito através dos anos, devido, também, à insatisfação de seus ocupantes em relação às expectativas que cria.

Isto levou a um certo abandono do termo, partindo para o uso de outros,

²¹ Algumas tentativas foram feitas também no intuito de se criar métodos de avaliação do “grau de inteligência” das edificações.

²² Recomenda-se o acesso ao site <<http://www.abrapi.com.br>>

²³ Segundo o *Documento de Conceituação de Edifícios Inteligentes*, o termo economia é tratado neste contexto com o sentido de obtenção da máxima utilidade aos recursos disponíveis, não incorporando valores de custos de construção ou implantação dos sistemas. No entanto, a autora deste trabalho entende que valores de implantação destes sistemas devem ser considerados na análise econômica das edificações, especialmente no que diz respeito à amortização do investimento ao longo da vida útil da edificação.

como: *Edifícios Automatizados (Automação Predial e Automação Residencial)*, para referenciar edificações que possuem algum mecanismo de controle e supervisão automático. Tal atitude permitiu (sic) certa independência na relação entre tecnologia e outros aspectos definidores de eficiência na edificação, dando margem a falhas projetuais. Assim, muitos dos projetos de automação têm sido elaborados sob a ótica desse conceito, em que a tecnologia é utilizada para compensar falhas, ao invés de complementá-los.

Segundo MASCARÓ [1991], para atingir níveis de conforto ideais em uma edificação, o uso de materiais adequados e a elaboração de um projeto que minimize as condições negativas e potencialize as condições positivas é essencial, podendo ser suficiente, em muitos casos. Mas, certas regiões apresentam condições climáticas muito variadas no decorrer de um ano – como é o caso da nossa região, Sul do Brasil, o que dificulta resolver questões de conforto apenas com um projeto bem elaborado. Nesses casos, a incorporação de sistemas mecânicos para complementar tal situação é, não apenas viável, mas recomendável, quando possível. Para edificações comerciais, cuja produtividade é palavra-chave, melhor ainda se essas condições puderem ser mantidas automaticamente, sem demandar tempo e trabalho dos usuários.

No entanto, nos casos em que a utilização das edificações é condicionada exclusivamente por equipamentos e sistemas mecânicos e/ou eletrônicos há uma necessidade e dependência de manutenção periódica adequada muito maior, o que pode vir a gerar aumento de custos operacionais, sendo justificável apenas quando este custo não ultrapassa os benefícios e economia gerados ao longo de sua vida útil.

Hoje, em vista de um ideal de desenvolvimento sustentável também na arquitetura, que considera questões que envolvem, além de preocupações com o conforto e saúde dos usuários, o contexto urbano, a racionalização do uso da infraestrutura urbana, alta produtividade com reduzidos impactos ambientais, têm surgido um novo modelo arquitetônico - uma espécie de melhoria dos Edifícios Inteligentes - denominado *High Performance Buildings (Edifícios de Alta*

Performance).

3.2. Histórico

O papel da mecanização na arquitetura foi introduzido pelos ideais do Movimento Moderno. A representação da máquina através do funcionalismo e a construção em série (representação das cadeias de montagem e do sistema linear e fragmentado), são os primeiros passos na escada que levou a tecnologia ao patamar em que se encontra hoje, tendo sido, algumas vezes, considerada até mesmo mais importante do que a própria arquitetura - que estava se libertando de todas as suas restrições de peso e materialidade – resultado da crença na obtenção de um melhor entorno ambiental mediante a exploração da tecnologia, e que VENTURI [1995] chama de “expressionismo eletrônico”.

Nas palavras de CABRAL [1991], esta afluência tinha causas econômicas concretas, relacionadas aos anos dourados do capitalismo e à expansão geográfica do *Fordismo* favorecida pelo esforço de reconstrução de guerra e pelos efeitos do Plano Marshall, e era compartilhada pelos países industrialmente avançados do bloco ocidental, alinhados sob o poderio americano. Estava, também, ligado à constituição do *Welfare State* britânico e seu comprometimento com o pleno emprego, a previdência social e as políticas públicas de habitação e educação.²⁴

Neste contexto de otimismo tecnológico e econômico é que surgiram as idéias futuristas como as do Grupo Archigram, do Independent Group, e dos Metabolistas japoneses, em que se tem as primeiras referências a esta nova tecnologia. Além disso, uma grande explosão na construção civil, estimulada por esse clima desenvolvimentista e pelas políticas habitacionais implantadas em parte dos países mais ricos (EUA, Inglaterra, Alemanha, Japão, França), favoreceu a dissipação dessas idéias na arquitetura em outros países, sem, no entanto, existirem questionamentos sobre a validade dessa expansão ou sobre critérios de qualidade.

O surgimento das tecnologias de automação se deu sob este espírito, cuja

²⁴ CABRAL [1991], op. cit., p.26.

tecnologia era também uma parte dessa promessa de rompimento de fronteiras e de dinamismo. Edifícios como Seagram Building, de Mies, e o Lever Building de Skidmore, Owings e Merrill – modelos da “arquitetura dos novos tempos” - multiplicavam-se dada a conveniência que os especuladores imobiliários encontraram nesses modelos.²⁵



**Figura 19A e 19B - Paradigmas da “arquitetura dos novos tempos”
Lever House (Manhattan, EUA, 1952) e
Seagram Building (Nova York, EUA, 1958)**

Entretanto, a nova tipologia arquitetônica que permitia a construção em altura já na virada do século XIX - uma “modernização” permitida graças à introdução do elevador e às novas técnicas para estruturas - aumentou ainda mais a concentração humana nas áreas urbanas, trazendo prejuízos em termos de conforto: poluição, ruídos, insolação e ventilação prejudicadas. Isto levou a um sucessivo enclausuramento, criando a necessidade de se melhorar o ambiente interno através de sistemas artificiais.

A própria porta giratória, que ainda é um elemento largamente utilizado nas edificações nos dias atuais, foi um invento destinado a melhorar o controle da calefação e conseqüente uniformidade de temperatura interna, pelo fato de não

²⁵ CABRAL [1991], op. cit. p. 33.

permitir a entrada de ventos fortes e correntes de ar – embora permita a entrada moderada de ar quando ocorre a passagem de pessoas para dentro ou para fora da edificação.

As deficiências arquitetônicas dessas edificações, portanto, eram também de ordem econômica e especulativa, que induzia a construção em altura e em forma delgada, para adequarem-se aos terrenos reduzidos à que eram destinadas. Isto diminuía as possibilidades de melhorar sua eficiência em relação ao entorno, restando como única solução a instalação de equipamentos mecânicos.



Figura 20 – Vista da cidade de Nova York, EUA

Muitas vezes, no entanto, as intenções projetuais e visuais do arquiteto acabam entrando em conflito com o uso posterior feito pelo ocupante da edificação (especialmente quando o projeto prescinde de cuidados ambientais), e a falta de previsão para instalação dos equipamentos acaba resultando em “remendos” destoantes do projeto inicial. É o que percebemos quando começam a “pipocar” aparelhos de ar condicionado nas fachadas das edificações. O problema é antigo, e já foi identificado na década de 1960 no edifício Kips Bay (I.M. Pei e Associados), quando os ambientes voltados para a fachada sul começaram a receber esta

intervenção por parte dos usuários não satisfeitos com o comportamento térmico no interior dos ambientes. Embora a administração da edificação tenha tentado preservar os módulos da fachada regulando a instalação dos aparelhos, não obteve êxito, e o resultado foi lamentável.



Figura 21 - Ed. Kips Bay (I.M. Pei - Nova York, EUA, 1956-1958)

Segundo BANHAM [1975], Mies van der Rohe conseguiu prevenir este conflito no edifício Lafayette Park (Detroit, 1963), no qual uma caixa bem detalhada debaixo da janela oferece ao usuário a opção entre a ventilação controlada e a instalação de um aparelho de ar condicionado especialmente desenhado para a edificação.



Figura 22 - Ed. Lafayette (Mies van der Rohe - Detroit, EUA,, 1963)

Embora se comprovem experiências de condicionamento do ar interno nos ambientes por equipamentos mecânicos desde o início do século XX, o aparelho individual de ar condicionado tal qual conhecemos atualmente só teve sua comercialização efetivada a partir da metade daquele século. Até então, o que acontecia era que empresas diferentes produziam partes dos equipamentos necessários, e consultores independentes faziam a integração dessas partes e propunham o meio de sua incorporação à edificação.²⁶

Segundo BANHAM [1975], no ano de 1931 foi publicado um editorial na revista *Aerologist* sobre o condicionamento artificial dos ambientes, entusiasmando os fabricantes de equipamentos a produzi-los

“...uma unidade condicionadora para o lar, eficiente, de preço moderado e relativamente segura...

Sua produção, em base na quantidade, por métodos de fabricação modernos, logo converteria o ar condicionado em uma necessidade maior do que o rádio, ou inclusive o automóvel, e sua aceitação no lar obrigaria imediatamente a adoção geral em uma escala cada vez maior, em praticamente todo outro edifício e transporte usados pelo homem.”²⁷

A efetiva produção dessas unidades, no entanto, só aconteceu após o período correspondente a Segunda Guerra Mundial, momento em que houve um grande incentivo ao desenvolvimento tecnológico, visando a recuperação dos danos causados pela Guerra. E, de acordo com CARSON apud BANHAM [1975], a aceitação e o consumo foram imediatos, rendendo lucros extraordinários para os fabricantes e estimulando, ainda mais, a sua produção, sendo que em questão de 2 anos, (1951-1954) a produção dessas fábricas aumentou em 400% a 500%.²⁸

A facilidade de instalação dessas unidades foi a principal incentivadora deste *boom* no consumo de equipamentos condicionadores de ar. De fato, esse novo aparelho era de fácil transporte, de volume pequeno, podendo ser instalado por uma única pessoa, bastando haver um local na parede (ou janela) e uma tomada de

²⁶ Mais adiante perceberemos que esta realidade não é diferente do que acontece atualmente com os diferentes sistemas de automação, onde um profissional “especializado” faz a integração entre os sistemas de variados fabricantes.

²⁷ BANHAM [1975], op. cit., p. 202.

²⁸ Ibidem, p. 204.

energia em local próximo para sua instalação – tornando-o aceitável até mesmo como um equipamento doméstico.

Assim, pode-se dizer que o desejo humano de controle ambiental foi um dos propulsores dos primeiros sistemas de automação. Mas a real incorporação desta novidade à arquitetura apenas se deu a partir dos anos 60 e 70, do século passado.

Embora os projetos dos anos de 1960 demonstrassem preocupações com a vida diária, através de equipamentos e instalações que mantivessem um ambiente confortável e facilitassem o cumprimento das atividades domésticas, é importante lembrar que o ideal primeiro da automação estava relacionado à libertação do homem em relação ao trabalho, deixando-o livre para o ócio e o lazer. Segundo CABRAL [1991], esses assuntos eram tratados por Archigram através de uma imagem do ser humano agasalhado, embalado e confortado pela tecnologia e do elemento arquitetônico convertido em condição genérica para produzir o prazer e o bem estar. Esperava-se que a tecnologia pudesse converter-se nesta espécie de *plus* que permitia alcançar esse estado de bem estar.²⁹ De qualquer maneira, tais projetos não passavam de utopias (ou ironias) tecnológicas que se apresentam distantes da realidade comum, ainda nos dias de hoje.

Nos anos de 1980, porém, uma mudança no propósito de tais tecnologias permitiu que elas deixassem sua condição utópica. Seu direcionamento para questões relacionadas com o aumento de *produtividade* no setor industrial e comercial foi o ponto de partida para o novo interesse no desenvolvimento de tecnologias de automação. Isso porque se trata de um período em que a competitividade tornou-se um fator-chave para o sucesso das empresas, e a automação seria uma ferramenta indispensável para se obter maior rendimento dos funcionários, provendo um ambiente de trabalho mais saudável, produtivo, e com menos energia desperdiçada; além da otimização dos custos através do controle de gastos e de uma melhor relação custo/benefício dos equipamentos. Assim, os ideais de conforto que deram origem ao desenvolvimento dessas tecnologias passaram a

²⁹ CABRAL[1991], op. cit, p186.

significar apenas um “meio” através do qual se alcançaria o objetivo final que, nesse caso, diz mais respeito a um capitalismo acirrado do que a questões arquitetônicas.

A própria reestruturação na organização do trabalho, de uma rigidez própria do *Fordismo*, que era baseado na hierarquia, na padronização, na produção interna e masculina de comando-e-controle, para uma flexibilidade *Pós-Fordista* - personalizada, participativa e aberta – faz parte desta mudança de consciência sobre as relações de trabalho.

Além disto, a implementação destes sistemas na arquitetura foi feita de maneira gradativa, através da introdução de sistemas independentes. Isso significa que cada sistema atuava sobre si mesmo, sem qualquer nível de interação com os demais – muito diferente do que se busca atualmente, onde a sinergia é fator primordial a ser alcançado. Assim, esses primeiros exemplares não passavam de edificações dotadas de um ou outro equipamento diferenciado, longe de apresentar qualquer preocupação com o uso eficaz dos recursos disponíveis. Lamentavelmente, a realidade atual continua, ainda, distante da ideal.

De todas as maneiras, essa revolução no cenário arquitetônico mundial que aconteceu a partir dos anos de 1980 teve suas origens na arquitetura dos anos de 1960. O que se vê hoje não deixa de ser, de certa forma, a realização de alguns dos “sonhos tecnológicos” vislumbrados por arquitetos que acreditavam ter encontrado na tecnologia a “solução” para os problemas que começaram a se originar nas cidades e na arquitetura em função da nova Era Industrial.

3.3. A Tecnologia da Automação

Os sistemas independentes de instalações prediais começaram a surgir já no final do século XIX, tendo um desenvolvimento gradativo e progressivo até os dias atuais. No entanto, a automação predial nos termos em que conhecemos atualmente originou-se de outras tecnologias, criadas a partir dos anos de 1980, na área da informática.

Conforme já mencionado anteriormente, esta tecnologia iniciou através de redes independentes, onde cada uma controlava seu equipamento específico. Já,

hoje, vários equipamentos são controlados através de uma única central, permitindo assim, que os diferentes equipamentos “conversem” entre si.

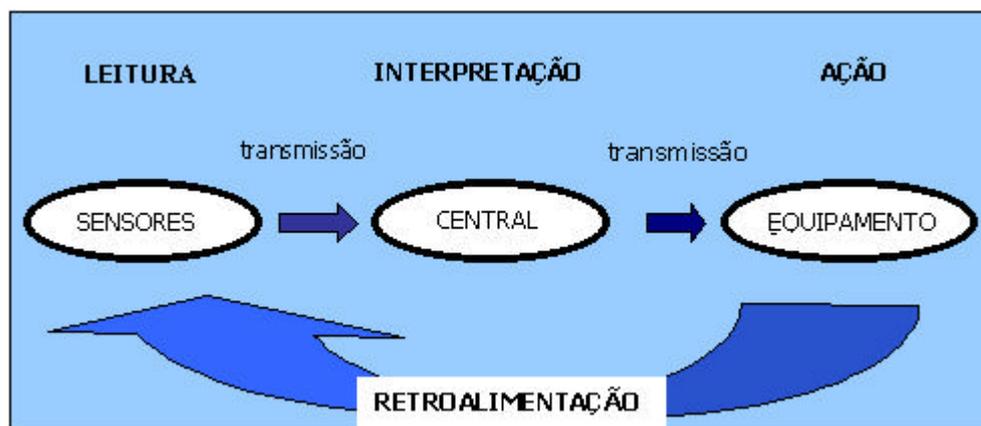


Figura 23 – Esquema de automação

Atualmente, a gama de produtos existentes é grande, mas sua utilização ainda é muito pouco difundida e mal aplicada, representando ainda, um produto caro para a grande maioria da população. Por mais que o conceito, nos dias atuais, tenha grande preocupação com economia, no sentido de controlar e evitar desperdícios, o investimento inicial é grande e sua amortização, lenta. Isso a torna, muitas vezes, inviável sob a ótica financeira, estando, portanto, ainda na categoria luxo.

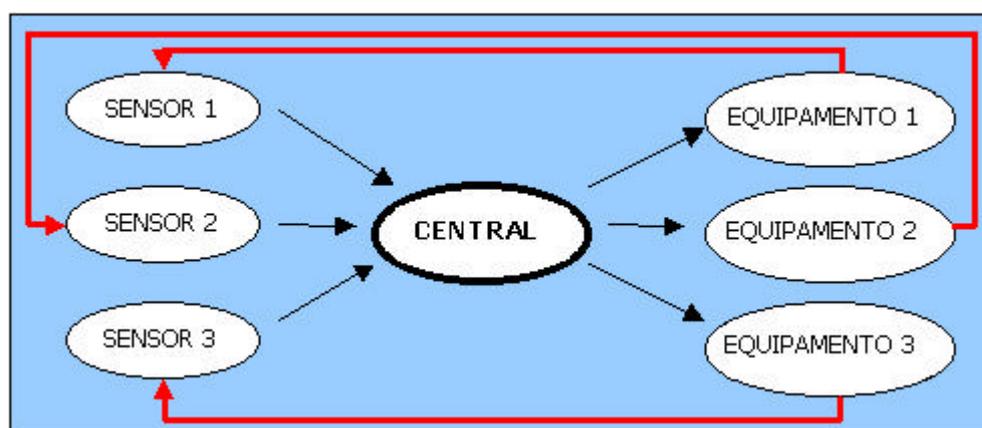


Figura 24 – Esquema de automação integrada

Outra dificuldade encontrada para a disseminação da tecnologia é a instalação para transmissão dos dados, sendo que a mais indicada e utilizada atualmente é o cabeamento estruturado – que nenhuma edificação anterior ao período de

desenvolvimento dessa tecnologia possui, ou nem previu, sendo um processo bastante traumático a sua incorporação em edificações já existentes. E, mesmo que esse “remendo” seja possível, a situação ideal é que essa previsão sempre seja feita, antes mesmo de iniciar o projeto arquitetônico.

A cada dia surgem novas tecnologias, como por exemplo as que permitem a transmissão de dados sem fio (denominada *wireless* ou *wi-fi*) ou pela própria rede elétrica (denominada tecnologia PLC – *PowerLine Cabling*). Mas, o sistema mais difundido, hoje, – para novas edificações – continua sendo o cabeamento estruturado, que é o menos suscetível a interferências e o que possui um maior controle de qualidade através de normas regulamentadoras de instalação.

3.4. O impacto das tecnologias da automação

Da porta automática, o visitante passava por uma cortina de ar quente para remover a sujeira. A sala de estar estava desprovida de móveis, exceto por umas poucas cadeiras, mas ao pressionar um botão, uma seção do piso erguia-se para formar ou uma mesa de café ou uma mesa de jantar, conforme requerido. A cozinha não tinha nenhum mobiliário abaixo do nível da cintura – tudo estava na altura dos olhos e embutido nas paredes. O banheiro continha uma ducha que lavava e secava, e mais uma banheira que se enchia pelo fundo a uma temperatura controlada termostaticamente. O dormitório continha somente a cama, sem cobertas, exceto um único lençol de nylon, já que o aquecimento controlado da casa tornava isto desnecessário. Todas as roupas e artigos de *toilette* estavam guardados no quarto de vestir. Anne e Peter, que viviam na Casa do Futuro, usavam roupas de nylon informais desenhadas por Teddy Tinling, conhecido designer de roupas esportivas.³⁰

3.4.1. Na Residência

A residência é o tema mais explorado na arquitetura futurista dos anos 60. O ideal de progresso no ambiente doméstico, em busca de um “lar ideal”, atiçava os sonhos de um tempo futuro, onde a introdução da tecnologia desempenharia um papel libertador em relação aos serviços domésticos.

Mais do que uma questão de evolução tecnológica, tratava-se de uma contestação às situações estabelecidas desde o ponto de vista privado, ligado a uma situação social mais plural em função da luta pelos direitos civis, pelo movimento

feminista e pela emergência das culturas juvenis.³¹

Além disso, novas concepções de limites e divisões espaciais demonstravam uma visível oposição em relação à arquitetura do Movimento Moderno. A multifuncionalidade dos ambientes (possibilitada pelos novos equipamentos) entra em conflito com o ideal funcionalista então vigente. Tais valores podem ser percebidos na descrição de CABRAL [1991] sobre a exposição *Living 1990*, de Archigram (1967), cujo intuito era de fazer uma instalação que demonstrasse como seriam as casas do “futuro”. Segundo a autora, em *Living 1990* já não se trata de designar a cada função uma parte da casa, mas conceber um espaço único que desempenhe o número máximo de funções em distintos momentos, através de mobiliário e aparatos técnicos. Estes seriam a parede de serviços (*appliance wall*), e os dois robôs domésticos, Fred e James, equipados com rádio e televisão, e aptos a estender telas de projeção que, ao mesmo tempo, definiam ambientes de maior privacidade. Determinadas porções de forro poderiam ser rebaixadas, o piso elevar-se ou mudar de densidade, tornando-se mais macio ou mais rígido conforme a utilização requerida; o mobiliário seria inflável, e a poltrona poderia converter-se em carro de passeio. Os limites espaciais seriam preferencialmente móveis, e os elementos de arquitetura como forros, pisos e paredes, propostos como “condições” ajustáveis a necessidades e desejos.³²

No entanto, em relação a essas disponibilidades tecnológicas, a realidade ainda se mostra distante. Embora não haja dúvidas de que a tecnologia facilitou muito a vida doméstica nos últimos 50 anos, continuamos longe da completa realização dos ideais desses utopistas. Eletrodomésticos com os mais variados objetivos já fazem parte do dia-a-dia de grande parte da população, mas descrições como as das exposições *Living 1990*, que previa como seriam as residências no ano de 1990, e *House of the Future* nos parecem, ainda hoje, utopias (ou ironias).

³⁰ CABRAL [1991], op. cit., p. 58

³¹ Ibidem, p. 189.

³² CABRAL [1991], op. cit., p. 123.

Mesmo estando longe do “ideal” tecnológico³³ previsto para nossa época, a parte do sonho que já se tornou real influenciou algumas mudanças na arquitetura. Em tempos em que a energia elétrica ainda era vista como um bem barato e abundante, o aparelho de ar condicionado, por exemplo, significou a vitória sobre o difícil controle ambiental dentro das construções em climas com grandes variações térmicas, o que possibilitou um aumento expressivo no uso do vidro até mesmo nas residências, além de outros materiais com baixa inércia térmica. Mais do que isto, a introdução dos novos equipamentos no cotidiano das pessoas gerou mudanças também no estilo de vida e, até mesmo, no comportamento social.

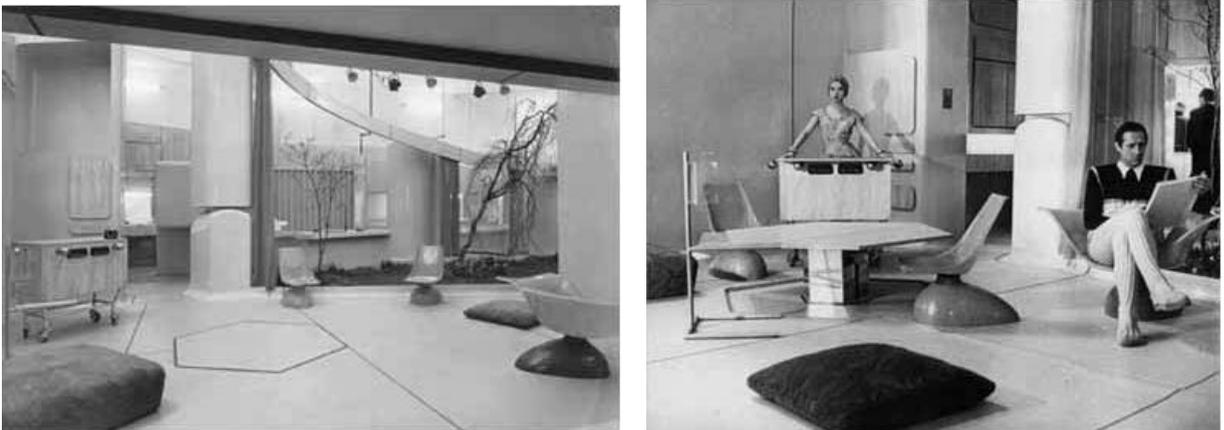


Figura 25 - Exposição House of the Future (Smithsons, 1956)

Além disso, muitas das maravilhas que a tecnologia podia trazer para dentro da residência levaram o homem a passar menos tempo dentro de casa, para onde ele voltava apenas à noite, para descansar e comer. Essa mudança levou a uma significativa diminuição de área em praticamente todos os cômodos da casa. Sobre isto, comenta VERÍSSIMO [1999]:

A diminuição do espaço útil, inversamente proporcional a esse aumento de atividades, requer malabarismos na concepção dos novos interiores, com propostas inovadoras de design de mobiliário, de preços nem sempre acessíveis a camadas mais baixas da população.³⁴

Mas, ao mesmo tempo em que algumas inovações liberavam as pessoas das atividades domésticas e lhes proporcionavam maior tempo livre, outras inovações

³³ Esta é a questão do “ideal” que nunca é atingido devido à constantes evoluções, do qual voltaremos a falar no sub-item 3.5.

voltavam a atenção de todos para o interior da residência – um refúgio, de onde agora a televisão permitia “olhar para fora, ver o mundo e dispensar um pouco a paisagem”.³⁵

Além disso, passados alguns anos, a evolução e a “popularização” do microcomputador permitiram abaixar seu custo consideravelmente, e a partir dos anos 80 ele passou também a habitar muitas residências. Mais do que um novo “brinquedo” para a família, com o advento da internet, a presença do computador em casa acabou por migrar muitos escritórios de profissionais liberais para dentro de sua própria casa.

As funções acumuladas incorporam mais uma: o trabalhar em casa, realizado por profissionais liberais ou prestadores de serviços, que utilizam um novo protagonista, presente cada vez mais no cotidiano das pessoas: o microcomputador e, individualizando cada vez mais o ex-social-homem.³⁶

A possibilidade de se trabalhar em casa, sem dúvida, significou benefícios, possibilitando gerar melhor produtividade em função da redução de gastos de energia e tempo destinados ao deslocamento para o local de trabalho (especialmente nos grandes centros), e de gastos com aluguel de espaços comerciais. Além disto, pode se refletir também em menos stress e uma melhor qualidade de vida.

Armários embutidos, com camas também embutidas, móveis especiais para o computador, que passa a ser o novo hóspede e parte integrante do aposento, às vezes ferramenta de trabalho ou de estudo de quem, em tempos de internet, não precisa sair de casa sequer para fazer compras.³⁷

Todavia, não é todo o tipo de trabalho que pode ser transferido para a casa, e também não é todo o tipo de trabalhador que se adequa a essa situação. Assim, muitas vezes, o espaço da casa destinado a essa atividade não dispõe de estrutura adequada para sua realização (pouco espaço, mobiliário e iluminação inadequadas, baixa qualidade das instalações de tele-comunicações). Por esse motivo, esta é uma situação que têm favorecido mais a profissionais autônomos e/ou quadros superiores de grandes empresas.

³⁴ VERÍSSIMO,[1999] op. cit, p. 95.

³⁵ Ibidem, p. 42.

³⁶ VERÍSSIMO,[1999] op. cit, p. 69.

3.4.2. No Trabalho

No que diz respeito à arquitetura comercial, a invasão dos microcomputadores nos postos de trabalho, além de facilitar o desenvolvimento das tarefas, passa a proporcionar maior produtividade. Além destes, os aparelhos de condicionamento de ar e as novas tecnologias de iluminação auxiliaram na “correção” das edificações, permitindo o uso indiscriminado do vidro, e proporcionando conforto adequado para o desenvolvimento de cada atividade, “apesar” das soluções arquitetônicas mal resolvidas. Tal fato pode ser comprovado pelas inúmeras edificações comerciais do tipo “caixa de vidro” que surgiram no Brasil a partir da década de 1950. Símbolo de modernidade e tecnologia, o modelo foi importado para nosso país e disseminado sem qualquer critério, ignorando princípios básicos da concepção arquitetônica que levam em consideração o ambiente (clima, envolvente) em que serão inseridos.

Talvez a mais audaciosa contribuição da arquitetura moderna ortodoxa seja seu chamado espaço fluente, usado para realizar a continuidade de interior e exterior.(...) O espaço fluente produziu uma arquitetura de planos horizontais e verticais afins. A independência visual desses planos ininterruptos era marcada por áreas de ligação de vidro plano: as janelas como orifícios na parede desaparecem, convertendo-se em interrupções murais a serem desprezadas pelo olhar como elemento positivo no edifício.³⁸



Figura 26 – Pele de vidro e espaço fluente em edifícios de escritório (2000)

³⁷ Ibidem, p. 95.

³⁸ VENTURI [1995], op. cit., p. 90.

Este paradigma³⁹ encaixou perfeitamente ao perfil do Edifício Automatizado, já que era símbolo de modernidade e não seria habitável em nosso clima sem a presença de sistemas mecânicos de controle ambiental. Muitas dessas edificações não possuem janelas, sendo sua envolvente apenas uma “pele de vidro”, sem qualquer tipo de abertura. Essa alternativa parecia ser a solução para os problemas de conforto térmico e acústico, já que a inexistência de aberturas para o exterior impedia a entrada de condições térmicas desfavoráveis e dos ruídos típicos de uma cidade na qual a presença do automóvel já havia se tornado uma questão irreversível.

Um problema, no entanto, começou a surgir a partir do momento em que todas essas tecnologias tornaram-se disponíveis: as antigas edificações não dispunham de instalações adequadas para sua utilização, ou mesmo de flexibilidade para incorporá-las. Assim, a instalação desses equipamentos em edificações já existentes acaba por ser prejudicada, sendo que a exploração de todo o seu potencial só pode ser alcançada em novas edificações, em que tais instalações já estavam previstas na fase de projeto.

Para a arquitetura comercial em especial, a invasão da tecnologia não significou somente a solução para problemas projetuais, mas também um contundente símbolo de poder econômico.

3.4.2.1. As novidades na Arquitetura Corporativa

Os padrões de trabalho e a estrutura das empresas sofreram mudanças drásticas no final do século XX, tendo evoluído muito mais rápido do que a arquitetura que as suporta conseguiu acompanhar. O quadro que segue apresenta uma comparação entre as características organizacionais antigas e as que são utilizadas nos dias atuais.

³⁹ Trata-se do *International Style*.

QUADRO II – Características organizacionais*		
Característica	Escritório convencional	Novos meios de trabalho
Padrão de trabalho	<p>Processos de rotina</p> <p>Tarefas individuais</p> <p>Trabalho isolado</p>	<p>Trabalho de conhecimento criativo</p> <p>Grupos, times, projetos, trabalho interativo</p>
Tipo de <i>layout</i> , mobiliário, e uso do espaço.	<p>Hierarquia rígida de espaços padrões e mobiliário relacionado ao <i>status</i> rege o <i>layout</i> do espaço, seja aberto ou fechado.</p> <p>A locação individual do espaço predomina sobre o grupo ou espaços de encontro interativo.</p>	<p>Configurações baseadas no multi-compartilhamento de grupos de trabalho e individual.</p> <p>As configurações, <i>layout</i> e mobiliário do escritório são voltadas para o processo de trabalho e suas tarefas.</p>
Padrões de ocupação dos espaços através dos tempos.	<p>Escritório centralizado onde os trabalhadores ocupam estações de trabalho individuais em tempo integral.</p> <p>O escritório oferece uma escrivaninha por pessoa, com padrão de hierarquia de espaço (seja aberto ou fechado), e é ocupado tipicamente em níveis 30% abaixo de sua capacidade total.</p> <p>As configurações de trabalho são 'propriedades' individuais.</p>	<p>O 'escritório' é substituído por locação de trabalho distribuída, ligada por redes de comunicação na qual indivíduos autônomos trabalham em times de projetos e grupos.</p> <p>A natureza do trabalho é nômade e móvel, ocorrendo uma grande variedade de configurações de trabalho dentro e fora da edificação, incluindo as residências.</p> <p>O horário diário é estendido e irregular.</p> <p>Configurações de trabalho não são de 'propriedade' dos indivíduos, mas ocupadas de acordo com a necessidade e provisionadas para servir a uma variedade de tarefas, tanto individual como de grupo. O compartilhamento do espaço permite que a ocupação diária do espaço seja próxima de sua capacidade.</p>

* Tradução da autora.

QUADRO II – Características organizacionais* (continuação)		
Uso da tecnologia da informação	A tecnologia da informação é frequentemente usada para processamentos de dados rotineiros, em terminais fixos.	Tecnologia é utilizada para dar suporte ao trabalho de conhecimento criativo, tanto individual como em grupo. Servidores de arquivos oferecem uma variedade de ferramentas de tecnologia da informação, incluindo computadores pessoais e <i>laptops</i> , e equipamentos especializados compartilhados. O foco é voltado para mobilidade e personalização do equipamento para ser utilizado em uma grande variedade de configurações.
Fonte: HARRISON [1998], p.14.		

Através desse quadro, percebe-se a tendência para a redução da força de trabalho “nuclear” para uma força de trabalho flexível e “periférica”. Essa mudança ocorreu devido à necessidade de se diminuírem os gastos com espaço ocioso, e resultou em novas configurações no espaço de trabalho, onde o compartilhamento é palavra-chave para a maximização do uso.

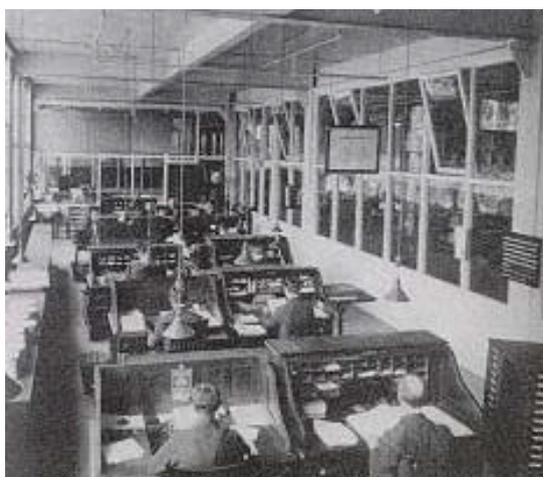


Figura 27- Ambiente coletivo nos escritórios

* Tradução da autora.

A tecnologia da informação tem sido a possibilitadora dessas mudanças, uma vez que permite o acesso à informação de vários lugares e a qualquer hora, eliminando o conceito de “lugar” de trabalho através do uso de redes de informação. Esta mobilidade nos remete a um novo conceito de nomadismo, um *nomadismo tecnológico*, proporcionado pelo trabalho remoto e pela realidade virtual. A Tecnologia da Informação (TI) é o *motor* desta nova forma de organização, confrontando com as definições formais de tempo e espaço.

O escritório deixa de ser um espaço rígido, de trabalho individual, para ser utilizado principalmente para troca de informações através de encontros, conferências, trabalhos em grupo, e atividades que demandem de equipamentos específicos disponíveis apenas no escritório. Essa nova configuração transforma o escritório mais em um gerador de estímulos e motivação para os funcionários do que um provedor de “espaço”. Isso porque o trabalhador já não precisa mais ficar “amarrado” à sua mesa de trabalho, pois realiza tarefas também em outros locais dentro ou fora do escritório - as tarefas que exigem maior concentração podem até ser desenvolvidas em casa.

Isto significa também mudanças no *layout* e no mobiliário, que são configurados para atender às novas demandas. Salas de conferência, salas de reuniões informais, áreas de treinamento, salas de recreação e até mesmo cafeterias fazem parte das novas necessidades. Outro motivo para a redução da área de piso por pessoa é o alto custo do metro quadrado nessas edificações. Para compensar essa perda, o melhor aproveitamento dos espaços, através do uso de mobiliário adequado e o uso da tecnologia da informação para armazenamento e organização de dados, tornou-se imprescindível.

Porém, nem sempre se tem conhecimento antecipado (na fase de projeto) de quem será o usuário final. Sobre este aspecto, estudos⁴⁰ identificaram três tipos de

⁴⁰ No período de 1991/1992 foi desenvolvido pelo escritório de arquitetura DEWG em conjunto com IT Consultants Teknibank um projeto de pesquisa que visava identificar o *status* de dos edifícios inteligentes na Europa. O projeto chamava-se Intelligent Buildings in Europe (IBE), e tinha seu foco voltado mais para os ocupantes da edificação do que em seus sistemas. In: HARRISON, Adrew, et alii. Intelligent Buildings in South East Asia. E&FN Spon, London, 1998., p.13.

edifícios que respondem a diferentes necessidades:

- Edifício de valor para o usuário: é customizado para o próprio dono (que será o usuário), maximiza seu valor de uso.
- Edifício de valor de troca: é desenvolvido especulativamente e desenhado para aumentar seu valor, como um *commodity* a ser comercializado.
- Edifício de valor de imagem: é desenhado para priorizar a imagem do edifício sobre valores como eficiência ou outros.

É importante lembrar também, que cada componente da edificação tem um tempo de vida diferenciado, o que pode causar conflitos com o passar dos anos, visto que a média de tempo de vida dos equipamentos da tecnologia da informação é substancialmente inferior aos demais componentes da edificação. A seguir temos um quadro com o tempo de vida médio de cada componente:

QUADRO III – Vida útil média de componentes das edificações*	
Componente	Tempo de vida médio
Softwares	5 anos
Computadores, equipamentos de TI	7 anos
Mobiliário e equipamentos de escritório	9 anos
Cabeamento	12 anos
Serviços mecânicos e elétricos	20 anos
Estrutura	Indefinido

Fonte: HARRISSON, op. cit., p.18.

O que se pode perceber é que o projeto arquitetônico precisa dispor de flexibilidade para assimilar a rápida necessidade de substituição dos componentes

* Tradução da autora

obsoletos, a fim de que a própria edificação não perca seu valor por não conseguir acompanhar a evolução dos tempos. Especialmente porque a importância não está nos sistemas em si, mas na dependência das empresas em relação a estes para obter a competitividade necessária ao alcance de seus objetivos de negócios.

Além disto, atualmente, o conceito de inteligência dos edifícios está mais voltado para sua sustentabilidade⁴¹, o que deu origem à conceitos conhecidos como *Green Buildings* (Edifícios Ecológicos) e *Sustainable Buildings* (Edifícios Sustentáveis), em que o projeto de arquitetura, os métodos de construção e os materiais utilizados não comprometem as condições do meio ambiente nem a saúde e bem estar dos operários, futuros usuários, público em geral ou das futuras gerações.

3.5. A arquitetura comercial da era da automação (Precedentes Históricos)

A arquitetura da era automação tem base na principal premissa do Movimento Moderno, que pregava que a arquitetura de cada tempo deve ser o resultado das novas tecnologias disponíveis. Assim, tornava a arquitetura mais um bem de consumo, sujeitando-a, inclusive, à rápida obsolescência, que é o motor e a característica principal dos produtos da nova Era Industrial. Assim, o “ideal” era sempre, em certo sentido, inatingível, mesmo que o emprego dos mais novos materiais desenvolvidos pela técnica, significasse uma “arquitetura dos novos tempos”, pois logo seriam ultrapassados.

Segundo PORTOGHESI [1985], esta tendência teve uma influência profunda na transformação do território e sobre o novo vulto da cidade.⁴² E, embora tenha passado quase meio século, continua sendo uma característica da arquitetura *tecnológica* atual. O referido autor avalia que aquilo que na arquitetura a que estamos habituados representa o *Status Symbol* (símbolo de status, de poder), e exprime o prestígio do proprietário e do utente é, antes do mais, a preciosidade ou, mais diretamente falando, o preço dos materiais empregados. Na sua tendência para

⁴¹ O conceito de sustentabilidade nas edificações será melhor definido no subcapítulo 4.1.

⁴² PORTOGHESI [1985], op. cit., p.29.

a simplificação, para a nudez, a arquitetura moderna tirou da forma o seu valor simbólico e transferiu-o, ao contrário, para a matéria, ou para a novidade. Tal pensamento, no entanto, deu margem à ignorância de outros fatores essenciais na busca da *excelência arquitetônica*.

Para MONTANER [1993], não obstante as vantagens das novas descobertas, em geral, trata-se de uma arquitetura tecnológica tremendamente impositiva e intolerante com respeito ao meio, continuando a prepotência da arquitetura do Movimento Moderno, em que se prefere mudar o ambiente existente a interpretá-lo e revalorizá-lo, e que propõe criar seu próprio clima no interior do edifício.⁴³

Soma-se a isso o fato de que a inclusão, cada vez maior, de equipamentos mecânicos dentro das edificações, gerou outros condicionantes a serem considerados pelos arquitetos no processo de projeto, como a definição da localização física, a distribuição e o funcionamento dessas funcionalidades. Questões estas que, até então, diziam respeito mais à engenharia do que à arquitetura.

Em um primeiro momento, isso acarretou novas necessidades de espaço para a localização dos equipamentos, mas que nem sempre eram solucionadas de maneira satisfatória. Segundo BANHAM [1975], dentro de uma interpretação que privilegia evidentemente a eficácia da técnica acima dos demais valores arquitetônicos, passa a existir um deslocamento de interesse por temas relativos exclusivamente à composição e construção arquitetônica para os temas relativos ao condicionamento artificial do ambiente que, necessariamente, integram essa “outra cultura”.⁴⁴ A presença de sistemas mecânicos era ressaltada pela sua exposição e supervalorização. Segundo VIRILIO [1991], a arquitetura se introverteu progressivamente, tornando-se uma espécie de galeria das máquinas, o salão de exposições das ciências e das técnicas, provenientes do maquinismo industrial, da revolução dos transportes e, enfim, da famosa ‘conquista do espaço’.⁴⁵

Na opinião de BANHAM [1975], o processo de desenvolvimento estava em

⁴³ MONTANER [1997b], op. cit., p 118.

⁴⁴ CABRAL [1991], op. cit, p 252.

⁴⁵ VIRILIO, Paul. A Cidade Superexposta. Espaço&Debates, n.33, 1991, p. 15.

jogo desde o final do século XX. Enquanto os arquitetos modernos europeus tratavam de idealizar um estilo que “civilizasse a tecnologia”, os engenheiros estadunidenses projetavam uma tecnologia que tornaria habitável o estilo moderno da arquitetura por seres humanos civilizados. Eles haviam chegado ao processo muito próximo de produzir uma alternativa operativa para os edifícios, como único meio de controlar o entorno e, assim, estavam muito próximos de fazer uma arquitetura culturalmente antiquada, ao menos nos termos em que, tradicionalmente, havia sido interpretada a palavra “arquitetura”, o sentido em que Le Corbusier havia escrito *Vers une Architecture*.⁴⁶

Este comportamento está vinculado ao pensamento da época, mas também a questões pessoais referentes à visão de cada escola e, particularmente, de cada arquiteto na relação entre tecnologia e composição formal da edificação - situação que se refletia, incondicionalmente, no seu exterior.



Figuras 28 A e 28B - World Trade Center (Nova York, EUA, 1970-1977) e Seagram Building (Nova York, EUA, 1954-1958)

O Seagram Building (1954-1958), de Mies e Johnson, exclui todas as funções que não sejam escritórios (exceto no andar térreo nos fundos) e, mediante o uso de um padrão de parede semelhante do resto do edifício, camufla o fato de que no topo existe uma espécie diferente de espaço para equipamento mecânico. O projeto de Yamasaki para The World Trade Center (1970-1977) em Nova York simplifica de um modo ainda

⁴⁶ BANHAM [1975], op. cit., p. 178.

mais exagerado a forma de um enorme complexo. Já os típicos escritórios do anos 20 diferenciavam, em vez de camuflar, o espaço destinado a equipamento mecânico no topo através de formas arquiteturalmente ornamentais.⁴⁷

O Edifício Milam (Geroge Willis, San Antonio, 1928), tradicionalmente considerado um dos primeiros edifícios de escritórios totalmente acondicionado e inovador na utilização de estrutura de 21 pavimentos em concreto, é um exemplo do início dessas transformações. Nele, cada 2 pavimentos eram atendidos por um equipamento de ar condicionado, localizados junto ao setor de serviços e circulação vertical, na parte posterior da planta, sendo que os dutos de distribuição do ar nos pavimentos ficavam localizado sobre o forro das circulações centrais. O sistema de condicionamento era alimentado por uma única fonte de refrigeração localizada no porão da edificação. Instalações diferentes distribuíaam o ar para os ambientes públicos nos pavimentos inferiores e para os pavimentos tipo, nos quais se localizam os escritórios.



Figura 29 - Milam Building (George Willis – San Antonio, EUA , 1928)

O segundo edifício totalmente acondicionado nos Estados Unidos – e no mundo - (também considerado como o primeiro edifício do Estilo Internacional), é o

⁴⁷ VENTURI [1995], op. cit., p. 31.

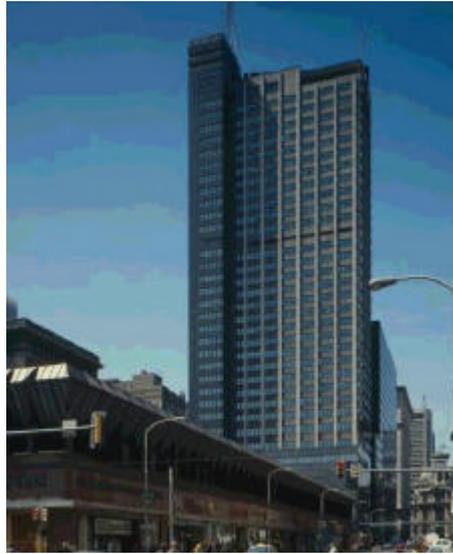
edifício para o *Philadelphia Savings Funds Society - PSFS* (George Howe e William Lescaze, 1932).

No que diz respeito à forma, a novidade na opção pela planta retangular, segundo BANHAM [1975], foi resultado de um melhor aproveitamento dos pisos, sendo que esta configuração facilita a subdivisão dos ambientes, ao contrário das tradicionais plantas recortadas utilizadas para edifícios de escritórios.⁴⁸ A nova configuração transferiu os setores auxiliares (que costumavam ser localizados adjacentes aos recortes da planta) para o centro da edificação. Essa transformação na forma da planta foi também muito proveitosa para a instalação dos equipamentos, centralizando a sua ascensão dentro da edificação e facilitando sua distribuição em cada piso.

Seus equipamentos de condicionamento estavam localizados estrategicamente no pavimento de número vinte. Esta configuração permitia economia pela diminuição no dimensionamento dos dutos verticais necessários para condução do ar a cada um dos pavimentos, e também pelo melhor aproveitamento da área útil de piso, sendo que os dutos ascendentes e descendentes estavam localizados próximos às áreas de serviço da edificação. Assim como o Milan Building, o PSFS possuía instalações diferentes para atender a torre de escritórios e a base, destinada ao comércio e bancos. No entanto, a grande novidade do projeto é que, pela primeira vez, foram separados os sistemas de ventilação que atendiam os lados Leste e Oeste, compensando as diferentes cargas térmicas resultantes da diferença de ganhos solares nas respectivas fachadas.

Segundo a descrição de BANHAM [1975], a distribuição dos dutos no interior dos pisos da torre parece não ter sido pensada tal como se encontra hoje – sobre forro suspenso – dado que em suas primeiras fotografias podem-se ver, pendurados no teto, artefatos convencionais de iluminação. Na base da edificação, no entanto, o forro suspenso fazia parte da solução inicial encontrada para iluminação e para o alojamento dos dutos e difusores de ar.

⁴⁸ Esta configuração servia para levar luz e ar para o centro da edificação, e permitia a iluminação e ventilação natural também dos setores auxiliares.

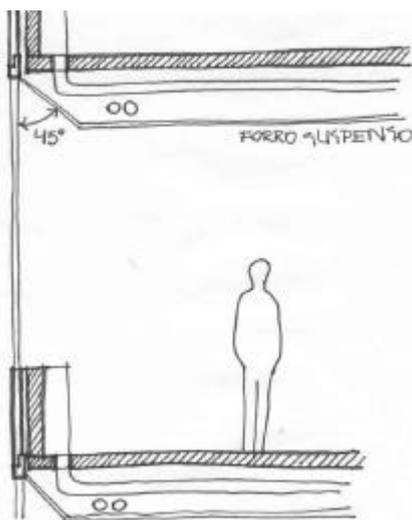


**Figura 30 - Ed. Philadelphia Savings Fund Society (Filadélfia, EUA, 1932)
Diferenciação no 20º pavimento, onde encontra-se a casa de máquinas**

A motivação principal para a localização dos dutos sobre o forro nestes casos era aumentar o rendimento comercial através da economia em área de piso, sendo que a incorporação de equipamentos de controle ambiental poucas vezes justificava determinadas perdas de metros quadrados.

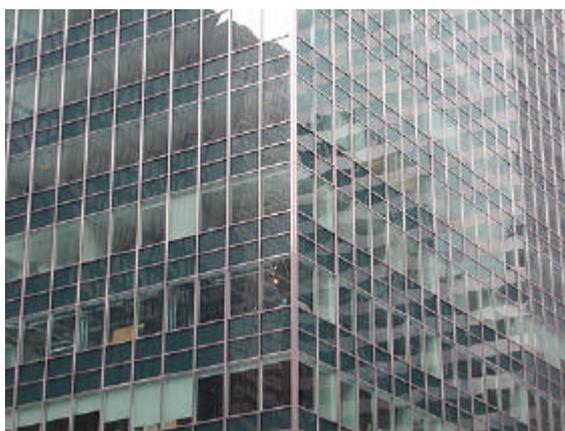
Assim, o forro suspenso tornou-se essencial para as instalações de circulação de ar, principalmente porque as lajes, agora feitas de concreto armado, inviabilizavam técnica ou economicamente a sua incorporação de outra maneira. Isto levou ao desenvolvimento de sistemas especiais para a construção dos forros suspensos, envolvendo chapas acústicas, difusores de ar e luminárias embutidas. Determinados sistemas possuíam, no entanto, incompatibilidades de modulação com equipamentos complementares como luminárias e até mesmo em relação às dimensões da própria edificação – o que estimulou o uso do gesso (tal como ainda hoje é utilizado), pois este pode ser adaptado com bom acabamento em qualquer forma.

Um conflito arquitetônico surgiu, no momento em que foram combinados o uso de forro suspenso e de fachadas em *pele de vidro*, visto que o rebaixamento do forro e o espaço entre forro e laje do pavimento superior seria visível do exterior.



**Figura 31 - Inclinação do forro suspenso no Edifício para as Nações Unidas
Nova York, EUA, 1952**

No caso do Edifício para as Nações Unidas, em Nova York (1952), a solução encontrada foi inclinar o forro em torno de 40° em direção à laje do pavimento superior, iniciando esta inclinação a cerca de 80 centímetros antes do encontro com o fechamento de vidro. Além disso, o uso de vidro escuro, nesta altura dos pavimentos, ajuda a dissimular o problema. De qualquer maneira, todas as soluções sempre apontavam para o ocultamento dos mecanismos de controle ambiental. Segundo BANHAM [19769], o propósito era de apresentar uma envolvente uniforme, mecanicista em suas pretensões estilísticas, mas não mecânica na expressão de seu conteúdo.⁴⁹



**Figura 32 - Detalhe da fachada do Edifício Lever House (Manhattan, EUA, 1952)
Fachada com vidro diferenciado para esconder o forro e instalações**

⁴⁹ BANHAM [1975], op. cit., p 256.

O aumento no aproveitamento de área útil da edificação também foi potencializado pelas novas técnicas construtivas que aboliram a parede portante e permitiram a separação entre estrutura e fechamentos. Isso resultou na redução do número e da massa das paredes internas que, agora, apenas se fazem presentes quando necessária a separação entre os ambientes. Esta perda de massa, também teve reflexos no condicionamento térmico da edificação, já que houve uma diminuição na capacidade de inércia térmica, de isolamento acústico e de privacidade visual. Assim, os arquitetos se viram mediante a necessidade de devolver à arquitetura as características físicas que foram perdidas através de novas adições materiais, como: cortinas, materiais isolantes, duplicação de lâminas, ou equipamentos mecânicos que compensassem essas perdas.



**Figuras 33A e 33B - Lever House (SOM – Manhattan EUA, 1952) e Edifício das Nações Unidas (Le Corbusier – Nova York, EUA, 1952)
Edifícios tipo “prisma de vidro”**

O *mur neutralisant*, de Le Corbusier é uma resposta a esta situação, consistindo em uma parede de vidro duplo montada de maneira que exista um espaçamento entre as lâminas para a circulação de ar (quente ou frio) no seu interior, retirando ou fornecendo calor para o ambiente. Outras experiências foram realizadas pelo arquiteto para resolver os problemas emergentes dessa arquitetura,

como a inclusão de uma chapa de chumbo entre as divisórias leves nas paredes internas do Pavilhão Suíço (1930-1931) para melhorar o desempenho acústico.

Assim como as fachadas “cristalinas”, com fechamento de vidro de folha única, inerte e autônoma nos projetos de arranha-céus de Mies no final dos anos 20 passaram a ser manifestos puramente formais, a lâmina da fachada teve que aumentar paulatinamente de espessura e complexidade para resistir ao vento, funcionar estruturalmente e potencializar o ambiente interior confortável.

Essas mudanças no interior das edificações aconteceram em respeito a questões físicas (a necessidade de novos espaços) e também conceituais sendo que a flexibilidade⁵⁰ - um dos conceitos mais importantes do Movimento Moderno – passa a fazer parte das novas composições.

Na arquitetura da era da automação essa preocupação torna-se imprescindível, visto que há uma constante evolução de conceitos e tecnologias, não havendo sentido em caracterizações de grau ideal ou absoluto, já que o estado ótimo para tal arquitetura diz respeito à sua capacidade de se adequar ao momento, ao usuário e suas necessidades.

Sob este contexto é que começou a se disseminar o conceito de “sala multifuncional”, sobre a qual fala VENTURI [1999]:

A sala multifuncional é uma resposta possivelmente mais verdadeira à preocupação do arquiteto moderno com a flexibilidade. A sala com uma finalidade mais genérica do que específica, e com mobiliário removível em vez de divisórias móveis, propicia uma flexibilidade mais perceptiva do que física e permite a firmeza e a permanência ainda necessárias em nossos edifícios.⁵¹

Além da flexibilidade física na formação dos espaços, a arquitetura da era da automação precisa prever a localização dos equipamentos (sensores, atuadores, processadores) e de conduítes adequados para a passagem das instalações e sua distribuição na edificação dentro do mesmo conceito.

⁵⁰ Neste contexto, está se encarando o conceito de flexibilidade como uma maneira de tratar a composição dos espaços prevendo-se possíveis reorganizações dos mesmos.

⁵¹ VENTURI [1995], op. cit. p. 33.

MONTANER [1993] exemplifica bem esta situação ao considerar que com o passar do tempo, a estrutura porticada e livre da *Maison Dominó*, de Le Corbusier, de fabricação plana e compacta, foi incapaz de absorver a instalação dos mecanismos de climatização, energia, iluminação, segurança, informação etc., dos modernos edifícios, especialmente os escritórios, pois agora tetos e pisos deveriam abrigar um novo universo mecânico.

Isso justifica certas inovações projetuais muito encontradas nas edificações atuais, como o uso de *shafts* em cada pavimento para a distribuição das instalações na edificação, que serve também como ponto de partida para a instalação dos equipamentos necessários, a partir de uma *Sala de Automação*. Já na distribuição pelos pavimentos, o forro falso (além do piso elevado) continua sendo a alternativa mais utilizada, pois não causa traumas quando alguma modificação nas instalações se faz necessária. Tal acomodação dos sistemas na edificação envolve preocupações em todos os níveis e etapas de projeto (forma, estrutura, instalações, *configuração* interno etc.), e seu bom funcionamento depende de decisões adequadas para a finalidade a que se propõe.



**Foto 1 – Placa da porta de acesso à Sala de Automação
do Ed. Carlos Gomes Center – Porto Alegre, RS (2003)**

O que se percebe é que as edificações têm sido condicionadas às opções tecnológicas, muitas vezes espelhando um uso indiscriminado e inconseqüente, mais por razões de conforto do que por razões de composição formal.

Outra característica dessa tipologia é a opção por edifícios de grande porte, que englobam, dentro de uma mesma envolvente, uma grande variedade de funções. Embora só aplicada com maior frequência a partir do final do século XX, essa idéia já se fazia presente em alguns projetos dos anos de 1960, que criticavam a separação funcionalista sugerida pelos arquitetos do Movimento Moderno. Essa configuração, no entanto, causa um grande impacto urbano, não apenas pelo seu porte, mas pela concentração de uma grande demanda de serviços públicos (abastecimento de água, de energia, coleta de lixo, estacionamentos, transporte) em um mesmo local.

O país que mais se dedicou a essa tipologia arquitetônica, aproveitando ao máximo as novas tecnologias foi os Estados Unidos da América. Os típicos arranha-céus norte-americanos tornaram-se os mais destacados bancos de prova de uma arquitetura que se desenvolveu dentro de uma estética estritamente retangular e que tendia a ser cada vez mais transparente, hermética, artificialmente climatizada, interativa, ligeira, versátil e atrativamente tecnológica. Também pode-se destacar Hong Kong, ex-colônia britânica no litoral chinês que passou de mero entreposto comercial a grande potência industrial e bancária nos anos 60, e que, a partir dos anos 80, passou a adotar o modelo de *Edifícios Inteligentes* norte-americano, recebendo até mesmo incentivos governamentais de financiamento especial para este tipo de projeto.

No trabalho de BAGATELLI [2002] encontramos as características exigidas pelo Ministério das Construções Japonês para a liberação do financiamento:

- ◆ Facilidades e sistemas de informação e comunicação altamente sofisticados e previsão para introdução futura de novas facilidades e sistemas;
- ◆ Sistemas de manutenção altamente sofisticados e funções de controle para economizar energia em ar condicionado e iluminação, além de provisões de facilidades para prevenção de desastres, instalações de segurança e ambientes amplos;

- ◆ Medidas apropriadas para operar em segurança as facilidades e os sistemas de informações e comunicações; e
- ◆ Possibilidades de conexão com outros prédios através de redes sofisticadas de comunicação.⁵²

Embora o Japão seja um país com elevada densidade demográfica e as inúmeras dificuldades na exploração de recursos naturais, as exigências governamentais são notadamente mais voltadas para fatores tecnológicos do que de sustentabilidade.

A incorporação de elementos tecnológicos na arquitetura não é exclusividade do último século, mas acentuou-se nas últimas décadas em virtude da rapidez, cada vez maior, com que essas inovações vêm sendo desenvolvidas. Porém, conseqüências ambientais graves ocorreram devido ao alto consumo energético necessário para manter funcionando tais equipamentos.

No Brasil, nem mesmo o vasto território e a riqueza de recursos naturais justifica a exploração irracional destes, para manter em funcionamento o luxo tecnológico presente nos chamados “Edifícios Inteligentes”.

⁵² BAGATELLI, Rosane. Edifícios de Alto desempenho: conceito e proposição de recomendações de projeto. Dissertação de Mestrado. Vitória: UFES, 2002. p.32

CAPÍTULO 4

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

O conceito de Arquitetura Bioclimática diz respeito à solução de questões relativas às necessidades arquitetônicas em nível programático, estrutural, estético e de conforto através de elementos locais e de reduzido impacto ambiental – remetendo, muitas vezes, à própria arquitetura vernacular.

Atualmente, esse conceito tem se fundido ao ideal de desenvolvimento sustentável criado pelas Nações Unidas na tentativa de se minimizar o uso de energias não renováveis no planeta.

Assim, a Arquitetura Bioclimática tal como vem sendo encarada nos dias de hoje envolve preocupações com o conforto e saúde dos usuários, com o contexto urbano, além da racionalização da infra-estrutura urbana e do conseqüente aumento de produtividade, com reduzidos impactos ambientais.

4.1. Energia e Desenvolvimento Sustentável

O conceito de Desenvolvimento Sustentável é resultado da Assembléia Geral das Nações Unidas (1987) em seu relatório *Our common future*, conhecido como Relatório Brundtland.⁵³ Formam a base da construção do conceito os cinco elementos que fizeram parte da Conferência de Ottawa em 1986:

⁵³ O nome do relatório foi dado em homenagem à primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, que presidiu o encontro.

- ◆ a integração da conservação e do desenvolvimento;
- ◆ a satisfação das três necessidades humanas básicas (água, alimentos e energia);
- ◆ alcance da equidade e da justiça social;
- ◆ a provisão da autodeterminação social, da diversidade cultural e a manutenção da integridade ecológica.

A mesma comissão que elaborou o Relatório Brundtland realizou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que aconteceu no Rio de Janeiro no ano de 1992, e ficou conhecida como Rio-92. Nessa conferência foi elaborado um documento conhecido como Agenda 21, que consiste em um programa de ação adotado por 182 governos (inclusive o do Brasil) para assegurar o futuro sustentável do planeta, ressaltando a importância de ações imediatas.

A idéia de desenvolvimento sustentável baseia-se no trinômio: atividade econômica, meio ambiente e bem estar social, focando o “atendimento às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”⁵⁴.

Segundo o Relatório Brundtland, as medidas a serem tomadas para promover o desenvolvimento sustentável são⁵⁵:

- Limitação do crescimento populacional;
- Garantia de recursos básicos a longo prazo (água, alimentos, energia);
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis;
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores;
- Atendimento das necessidades básicas (saúde, escola, moradia).

⁵⁴ Relatório Brundtland. Disponível em: < <http://www.erf.es/eng/empresa/brundtland.html> >.

⁵⁵ OLIVEIRA [2004]. Disponível na Internet em: <http://www.presidentekennedy.br/retur/edicao04/artigo03.pdf> >.

O cumprimento do programa é responsabilidade do poder público, em todas as suas esferas, através da elaboração de uma legislação apropriada e da realização de obras de infra-estrutura que contemplem todos os cidadãos, e sem desperdícios.

No que tange à questão energética, as soluções precisam, também, ser buscadas dentro do contexto econômico e social, pois muitas vezes têm relação direta com o nível de desenvolvimento do país. O Brasil, hoje, encontra-se em uma frente de desenvolvimento energético comum que abrange toda a América Latina, na busca da extensão do uso do gás natural e da inserção de companhias privadas na produção de energia.

Os países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, tendem a reproduzir os níveis de consumo e dependência energética de países desenvolvidos, como os Estados Unidos, por exemplo, que consomem 35% da energia mundial disponível. Esses modelos, porém, fogem da realidade brasileira, e conduzem a desperdícios a população de maior renda, enquanto mantém significativa parte da população muito distante do atendimento de necessidades básicas. Esse descompasso entre as relações econômicas e tecnológicas contribui para o agravamento das desigualdades entre grupos sociais e regiões geográficas, refletindo nos índices de miséria⁵⁶.

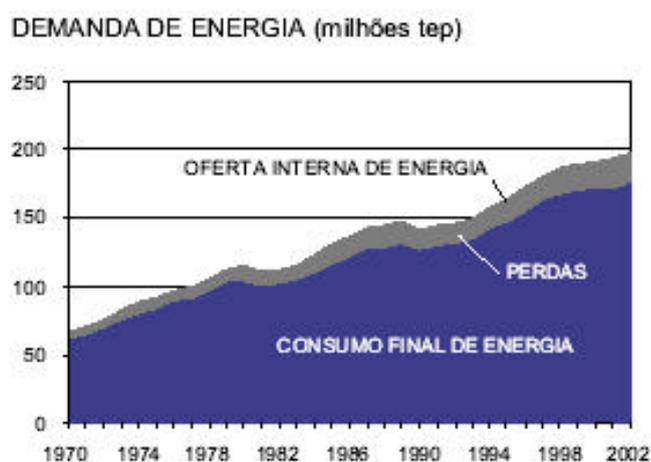


Figura 34 – Demanda de Energia interna segundo Ministério de Minas e Energia (Brasil)

⁵⁶ Esse reflexo acontece não apenas nos índices de miséria, mas também em seus derivados: analfabetismo, crescimento desordenado, expectativa de vida, e altas taxas de mortalidade infantil.

A solução, portanto, parece estar mais relacionada à diminuição dessa relação de dependência - através da contenção de desperdícios, da conservação de energia e da busca de outras alternativas - podendo ser alcançada pela substituição de tecnologias energofágicas por outras de maior eficiência energética e menor impacto ambiental, satisfazendo as necessidades internas do país.

Para tanto, é necessária a criação de instrumentos de regulação do consumo de energia e do desempenho das construções, além da melhoria da eficiência energética dos equipamentos nelas utilizados.

No Brasil, foi criado o PROCEL (Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica), instituído pelo Governo Federal através da Portaria Interministerial número 1.877 de 30/12/85, visando o combate ao desperdício de energia elétrica no país. O programa também procurou realizar um trabalho junto às escolas de arquitetura, com o objetivo de conscientizar os futuros arquitetos sobre a importância do uso eficiente da energia. Para isso, foi criada uma publicação na qual são apresentadas noções básicas de técnicas de combate ao desperdício de energia elétrica em edificações a serem utilizadas no projeto arquitetônico⁵⁷.

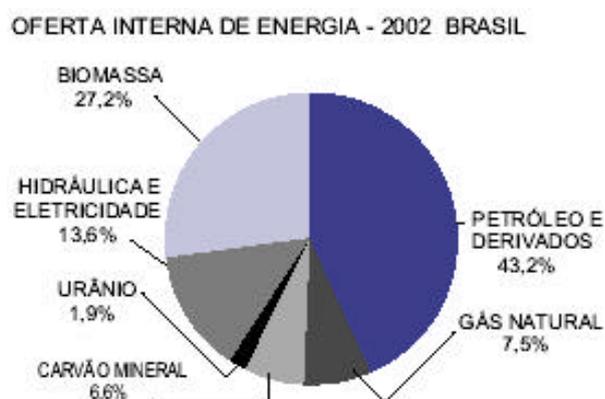


Figura 35 - Oferta interna de energia (Ministério de Minas e Energia, Brasil: 2002)

Outras soluções, como o aproveitamento de fontes energéticas alternativas, também podem ser estimuladas. A biomassa, por exemplo, pode ser uma opção

⁵⁷ LAMBERTS, Roberto. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW, 1997.

barata e, além disso, representar uma solução para outro problema que afeta a maioria das grandes cidades – a coleta e destinação do lixo -, já que utiliza resíduos domésticos e industriais para a produção de energia. Além da preservação do meio ambiente, têm-se uma economia significativa do dinheiro público destinado ao tratamento e destinação desses dejetos.

A previsão de especialistas em demografia é que em 2050 oito metrópoles apresentarão mais de 15 milhões de habitantes⁵⁸, das quais apenas duas estão localizadas em países desenvolvidos (Nova York e Tóquio)⁵⁹. Isso nos dá uma visão dos problemas que essas cidades podem vir a enfrentar (se é que já não os enfrentam) caso não se elabore uma política para o tratamento (e reaproveitamento) do lixo que produzem, ameaçando a disponibilidade de recursos naturais e afetando a qualidade de vida.

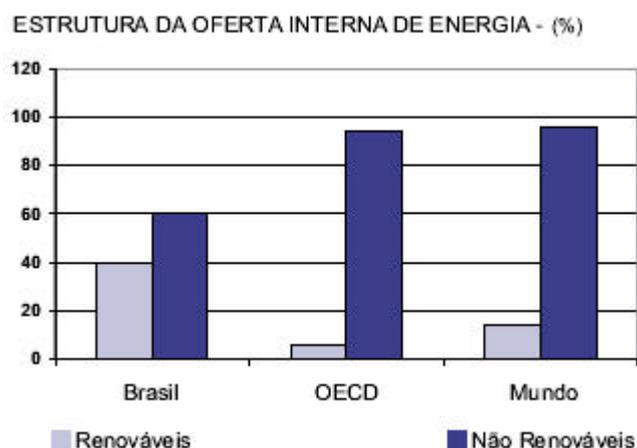


Figura 36 – Estrutura da oferta interna de energia (%)⁶⁰

Segundo relatório do Ministério de Minas e Energia, no Brasil (2002), cerca de 41% da OIE (Oferta Interna de Energia) tem origem em fontes renováveis, enquanto que, no mundo, essa taxa é 14% e nos países desenvolvidos é de apenas 6%. Dos 41% de energia renovável, 14 pontos percentuais correspondem a geração hidráulica

⁵⁸ Fonte: Relatório do Ministério de Minas e Energia, 2002.

⁵⁹ As demais cidades são: São Beijing e Shangai (China), Bombaim e Calcutá (Índia), Cidade do México e São Paulo.

⁶⁰ A sigla OECD significa Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, que envolve os 30 países mais desenvolvidos do mundo.

e 27 à biomassa. Os 59% restantes vêm de fontes fósseis e outras não renováveis. Essa característica, bastante particular do Brasil, resulta do grande desenvolvimento do parque gerador de energia hidrelétrica desde a década de 50 e de políticas públicas adotadas após a segunda crise do petróleo, ocorrida em 1979, visando à redução do consumo de combustíveis oriundos dessa fonte e dos custos correspondentes à sua importação, à época, responsáveis por quase 50% das importações totais do País.

Este quadro, contudo, não corresponde às dificuldades enfrentadas pelo país nos últimos anos, quando, em virtude de problemas de estiagem e mau aproveitamento dos recursos, nos vimos frente a períodos de racionamento e apagões – o que demonstra nossa dependência em relação à energia hidrelétrica.

4.2. Fontes Alternativas de Energia

A energia hidrelétrica – a de maior consumo na construção civil no Brasil – é, sem dúvida, uma das formas mais limpas de geração de energia, e perfeitamente adequada ao nosso clima e recursos. No entanto, o problema está no impacto ambiental gerado pelos seus sistemas de aproveitamento, tornando depredatório o seu uso em regiões muito planas, devido à necessidade de inundar grandes áreas de superfície para a construção de barragens. Em vista disso, outras formas de produção de energia (também limpas) devem ser exploradas, quando possível

Grande parte do Brasil está situado em plena região tropical, o que o torna um enorme captador de energia solar. Devido ao seu imenso território as alternativas devem ser estudadas levando em consideração os potenciais específicos de cada região do país. Também podemos reduzir nossos gastos energéticos se abrirmos mão da importação de materiais e conceitos de outros países e desenvolvermos tecnologias próprias, adequadas ao nosso meio e à nossa cultura, preservando a riqueza de nosso país.

4.2.1. Energia Solar

O uso de energia solar tem se destacado nas últimas décadas, sendo fonte de pesquisa, especialmente, em países tropicais e subtropicais, que possuem condições ótimas de radiação solar durante o decorrer do ano. Além disso, é uma das mais baratas fontes de energia térmica e lumínica, de baixíssimo (praticamente nenhum) impacto ambiental e totalmente renovável. Seu uso direto, como fornecedor de energia térmica, pode ser facilitado pela sua aplicação junto às próprias fontes consumidoras, o que elimina qualquer gasto com o transporte da energia. Seu aproveitamento é feito através do uso de coletores térmicos, que transformam a luz em calor. Esse sistema é aconselhável para o aquecimento de água no consumo doméstico, e tem sido uma solução alternativa para comunidades com baixo poder aquisitivo ou que não possuem acesso a outros tipos de energia⁶¹.

A energia solar pode, também, ser convertida em eletricidade, através do uso de células fotovoltaicas revestidas com material condutor, gerando corrente elétrica. Essa alternativa, porém, tem elevados custos de fabricação e manutenção, o que dificulta seu uso pelo consumidor comum, sendo ideal apenas em regiões muito isoladas, onde outras alternativas são inviáveis.

4.2.2. Biomassa

A formação da energia de biomassa acontece através do processo biológico de fotossíntese, que transforma energia luminosa em energia química. É ela que atua na formação dos alimentos (animais e vegetais), que servem como combustíveis diretos ou indiretos. O combustível direto é gerado através da utilização do próprio elemento (lenha, bagaço de cana), e o indireto é gerado através de seus derivados (óleos vegetais, álcoois), que podem substituir o óleo combustível e a gasolina.

Apesar de ser considerada uma fonte alternativa nos dias atuais, essa foi a principal fonte de energia até o século XVIII, através do uso da lenha. Até metade

⁶¹ Ver "Aquecedor de Água por Energia Solar de Baixo Custo" desenvolvido dentro do projeto de pesquisa PREAMBE (Programa de Preservação do Meio Ambiente pelo Uso Racional de Energia), na

do século XIX, a produção da energia era feita essencialmente no mesmo local onde seria consumida (caldeiras, lamparinas de gás ou azeite e velas). A possibilidade de deslocamento da energia foi proporcionada, primeiramente, através do uso da água como meio, que era aquecida em caldeiras e circulada através de canalizações. E foi através desse sistema que se desenvolveram as primeiras formas de controle ambiental nas edificações, sendo que até o ano de 1860 a calefação por vapor ou água quente já havia se tornado uma prática comum .

Hoje, os elevados custos econômicos para sua produção impedem a competitividade da biomassa com outros combustíveis fósseis na geração de eletricidade. Mais uma vez, ela serve de solução para locais distantes ou isolados, que não possuem fornecimento de outras formas de energia. No meio rural, especialmente, esta é uma solução interessante, já que aproveita os próprios recursos locais, podendo ser até mesmo uma alternativa lucrativa para proprietários rurais. A cana de açúcar e o sorgo sacarino são produtores potenciais de biomassa, através da extração do álcool. Outros vegetais (batata, beterraba) possuem potencial para extração de álcoois, mas seu consumo combustível ainda é pouco explorado.

O biogás é outra alternativa dentro da produção de energia por biomassa. E assim como a energia solar, a energia do biogás, também, é relativamente barata, renovável e não poluente. Além disto, é gerada por materiais residuais, representando mais um ponto positivo na preservação do meio ambiente, pois dispensa a necessidade de tratamento e destinação deste material (que demandaria do uso de mais energia e outros gastos para ser adequadamente eliminado), e seu subproduto pode ser utilizado como fertilizante.

4.2.3. Energia Eólica

A energia eólica nos é bastante familiar pelo seu extenso uso na navegação até o século XIX, e foi esta tecnologia que possibilitou as grandes navegações e as respectivas descobertas continentais, sendo protagonista, inclusive, da chegada das

caravelas de Pedro Álvares Cabral ao Brasil. E, embora não seja uma realidade em nosso país, os moinhos de vento foram (e ainda são) largamente utilizados nos países baixos, e também foram parte importante da Revolução Industrial.

Hoje, turbinas eólicas projetadas com contribuição da indústria aeronáutica (muito mais potentes do que os antigos cata-ventos) têm sido empregadas na construção de parques eólicos nos países desenvolvidos (especialmente na Europa), como fonte complementar da energia elétrica convencional. A tendência atual é o desenvolvimento de turbinas de maior porte e, conseqüentemente, maior potência, para suprir uma demanda cada vez maior de energia.

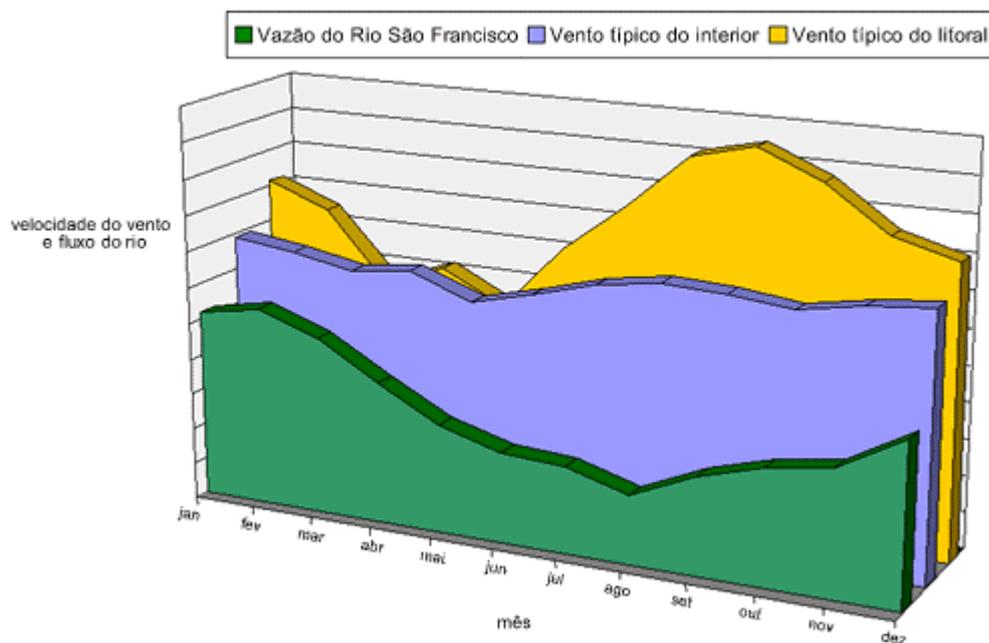


Figura 37- Potencial eólico no nordeste brasileiro (em comparação com o fluxo de água do Rio São Francisco)

No Brasil, pouco aproveitamento se faz dessa fonte, muito embora o litoral brasileiro tenha um bom potencial a ser explorado. Atualmente, nove eólicas estão em funcionamento no País nos estados de Pernambuco, Ceará, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. Juntas, elas geram 22 MW, o que representa 0,03% da capacidade de geração do Brasil, hoje em torno de 83,4 mil MW. Além disso, existem dezenas de turbinas eólicas de pequeno porte funcionando em locais isolados da rede

convencional para aplicações diversas - bombeamento, carregamento de baterias, telecomunicações e eletrificação rural.

4.3. Conforto Ambiental

A noção de conforto envolve questões físicas e ambientais, mas também muitas questões subjetivas. Segundo MASCARÓ [1991], “para oferecer conforto (térmico) em uma edificação, deve-se manter condições adequadas de temperatura, ventilação e umidade relativa do ar, tanto físicas quanto psicológicas”. Porém, poucas edificações refletem a preocupação de seus criadores quanto à satisfação dessas condições através de projetos arquitetônicos eficientes.

Se os equipamentos criados para auxiliar na obtenção dessas condições têm seu mérito, conseqüentemente, desmerecem os projetos que *dependem* deles para um bom funcionamento. Isto acaba desvalorizando o trabalho do arquiteto, que não precisa (sic) mais colocar em prática sua capacidade e talento – pois qualquer projeto medíocre pode ser corrigido através do uso de equipamentos mecânicos.

MASCARÓ [1991], diz ainda que “a maioria das cidades brasileiras tem temperaturas médias dentro das zonas de conforto. Em Porto Alegre, estima-se que só 10% dos dias do ano precisam de ar-condicionado para ter conforto nos edifícios (dias com temperatura média superior a 27°C e 70% ou mais de umidade relativa do ar). Entretanto, na maioria dos escritórios gaúchos o ar condicionado é usado durante 30 a 35% dos dias do ano, devido à deficiência no projeto de ventilação natural e da envolvente do edifício”.

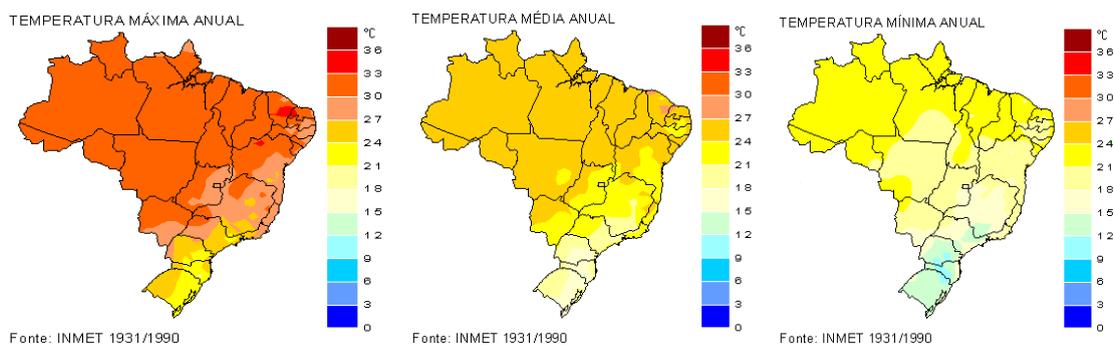


Figura 38 - Brasil (temperaturas)

Assim, é preciso admitir que certas condições climáticas dificultam (quando não impossibilitam) soluções baseadas apenas em um projeto arquitetônico bem elaborado. Como no caso de Porto Alegre, determinadas situações necessitam de um *complemento* para a obtenção de conforto. Isto devido a condições extremas de temperatura entre verão e inverno, como pode ser verificado na Figura 35.

Questões como o uso excessivo do vidro nas edificações prejudica muito o desempenho térmico em nossa região. Em MASCARÓ [1991], temos que a energia solar absorvida pelo vidro se transforma em calor, que é enviado para o interior e para o exterior por radiação e convecção, de maneira proporcional a temperaturas, movimento do ar e características de superfícies da outra face do vidro (se diferente). Num dia ensolarado de verão, a maior parte do calor é dissipada para dentro, quando o edifício tem ar-condicionado. Isto porque as edificações que dispõem de sistemas artificiais de condicionamento de ar precisam trabalhar com ambientes fechados, sem ventilação, o que significa a ausência de movimento de ar em seu interior. Além do que, os excessivos ganhos térmicos através de superfícies envidraçadas dificultam imensamente a solução de conforto através da incorporação de ventilação natural, pois a compensação exigiria velocidades do ar em níveis excessivos, gerando desconforto nesse aspecto. Em nossa latitude (Porto Alegre), um edifício mal orientado recebe um aumento de carga térmica em torno de 150%⁶². Mas, nada que não possa ser melhorado através de uma orientação adequada, eliminando a radiação solar direta nas fachadas, coberturas e no interior dos ambientes.

Um estudo sobre o tema, realizado por MASCARÓ [1978]⁶³ comprovou que os edifícios-torre de fachadas envidraçadas e não protegidas da radiação solar chegam a consumir, em média, durante sua vida útil, 23 vezes mais energia que a necessária para sua produção, e que esse tipo de edifício consome uma quantidade de energia equivalente àquela gasta na sua construção em dois anos de uso, enquanto para prédios de escritórios com fachadas protegidas, o tempo é de dez anos.

⁶² MASCARÓ, Juan Luis. Consumo de energia e construção de edifícios. São Paulo, Secovi, 1978, p 40.

⁶³ MASCARÓ . Lúcia Elvira Raffo de. Energia na Edificação. São Paulo, Projeto, 1991, p. 113

Além disto, o uso excessivo do vidro prejudica também o conforto lumínico da edificação. Fatores como a iluminância proveniente da abóbada celeste (que varia com a posição geográfica), a orientação das fachadas, o entorno, o tamanho das aberturas influenciam na quantidade e qualidade de iluminamento no ambiente (ou plano de trabalho), influenciando no surgimento de inconvenientes como refletâncias indesejadas e ofuscamento.

Nosso clima é possuidor de luz abundante. Assim, o ideal é minimizar a área de céu visível a fim de evitar contrastes excessivos entre diferentes áreas do ambiente (mais ou menos iluminadas). Além disso, quanto maior a quantidade de luz externa maior a quantidade de iluminação artificial necessária para compensar esta diferença, forçando o uso de altos níveis de iluminação artificial também durante o dia.

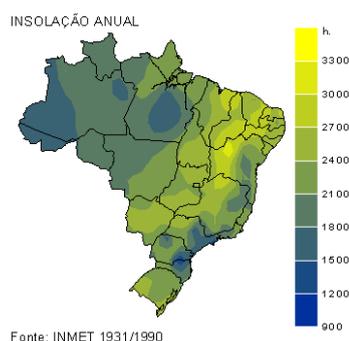


Figura 39 – Brasil (insolação anual)

Além das condições térmicas e lumínicas, outros fatores também são condicionantes do conforto humano, como a acústica, a ergonomia, e questões psicológicas e fisiológicas próprias de cada indivíduo. Mas, a maior complexidade está na satisfação destes últimos. Isto porque fatores como a vestimenta, o tipo de atividade sendo desenvolvida, as capacidades, idade e o estado de saúde do indivíduo, também influenciam na percepção do ambiente, dificultando o oferecimento simultâneo de condições ideais para todos os ocupantes da edificação.

Também é importante lembrar que o indivíduo se sentirá melhor se tiver o controle sobre o seu ambiente – como tolerar uma alta temperatura em um

ambiente onde ele tem a possibilidade de ligar o ar-condicionado quando as condições se tornarem extremas.⁶⁴ Assim como perderá a percepção de estar sob controle de um ambiente quanto maior for o número de indivíduos compartilhando aquele mesmo espaço.

Por essas razões tem se procurado diminuir o tamanho do zoneamento das áreas de controle no edifício, multiplicando as possibilidades de combinação dos fatores para atender melhor os indivíduos, tanto pelas diferentes necessidades de cada um, como pela diferença de configuração de cada ambiente. Isso deve afetar os critérios de projeto dos serviços prediais, uma vez que o usuário preferirá optar por possuir controle sobre um ambiente semi-variável do que ficar preso a um ambiente com condições ambientais fixas.

4.4. Arquitetura Sustentável

“As lições desta casa (Casa Baker) são duas, e estão relacionadas. Primeiros, que o projetar para os serviços mecânicos não é simplesmente um assunto de encontrar critérios claros para instalá-los (...) senão de fazer-los trabalhar associados com a estrutura, de modo tal que o todo seja mais do que a soma das partes. Mas a Segunda lição correlacionada é que esta rica e melhorada eficiência ambiental foi alcançada sem recorrer a nenhuma das novidades tecnológicas- a pesar de que Wright se refere à calefação por água quente como uma oportunidade moderna, é a maneira de aproveitar a oportunidade do que é moderno, não o tipo de calefação que já tem mais de um século de antiguidade, e a maneira de aproveitar-se da oportunidade tem, claramente, muito que ver com o trabalho conjunto das partes do edifício. Aqui se deu quase pela primeira vez, uma arquitetura que não introduzia tecnologia ambiental como um remédio desesperado, nem como uma determinante de formas da estrutura, senão que foi finalmente e naturalmente absorvida nos métodos normais de trabalho do arquiteto, contribuindo à sua liberdade de desenho.”⁶⁵

Em contraposição à automação da arquitetura está o uso das técnicas bioclimáticas, que hoje são as bases da chamada *Arquitetura Sustentável* (ou , simplesmente, *Sustentabilidade*).

⁶⁴ GIFFORD, Robert. *Environmental Psychology: Principles and Practice*. Boston: Allyn and Bacon, 1996, p. 289.

⁶⁵ BANHAM [1975], op. cit., p. 117.

Este tipo de arquitetura tem por princípio a integração do projeto arquitetônico com seu entorno, através do uso de materiais e técnicas locais, diminuição do consumo de energia para construir e manter a edificação (além do uso de energias alternativas), e minimização do impacto desta no meio-ambiente e no meio urbano, já que poderia aumentar significativamente a demanda por serviços de infra-estrutura pública.

No contexto da Arquitetura Sustentável, fatores como: posição solar, ventos predominantes, configuração do terreno, obstáculos e clima local são analisados para que se faça a escolha adequada em relação à forma, materiais e elementos constituintes da edificação.

O Brasil dispõe de excelente potencial de aproveitamento de luz solar e ventilação natural, o que permite, em alguns casos, até mesmo dispensar o uso de sistemas de ar-condicionado e a iluminação artificial em certas horas do dia, sendo injustificável a desconsideração destes métodos como estratégias de projeto.

Além disso, outras medidas importantes constituem a elaboração de um projeto de arquitetura sustentável:

- Uso de técnicas passivas de climatização. Poupar energia por meio de isolamento térmico, janelas de alto desempenho, iluminação e ventilação natural, e equipamentos de baixo consumo;
- Aproveitamento e consumo de fontes alternativas de energia, como a solar, a eólica, a geotérmica e a biomassa;
- Reciclagem de materiais re-aproveitáveis e de construções já existentes, aproveitando a sua infra-estrutura, em vez de ocupar novos espaços;
- Diminuir o consumo de material. Otimizar o projeto para aproveitar espaços reduzidos e utilizar materiais com mais eficiência. Diminuir o desperdício também reduz o custo;
- Consumo racional dos recursos hídricos (tratamento e reaproveitamento de águas pluviais);
- Redução do uso de produtos e materiais de construção que possuem componentes químicos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.
- Tratamento de resíduos e detritos, para seu reaproveitamento ou despejo na natureza.

Também é importante levar em consideração questões relacionadas à própria indústria da construção, que é um dos setores produtivos que mais agride o ambiente em todo mundo, sendo a maior parte de sua energia consumida no beneficiamento, fabricação e transporte dos materiais. Os gastos utilizados no deslocamento dos materiais até a obra demonstram ser esta uma prática ineficiente, o que deve estimular o uso de materiais locais disponíveis. Além disto, PEARSON [1989] recomenda outras considerações em relação aos materiais a serem utilizados, que devem ser:

- renováveis e abundantes, provindos de diversas fontes naturais e cuja produção cause pouco impacto ao meio-ambiente;
- não-poluente, de modo que não emitam vapores, partículas ou toxinas nocivas ao meio-ambiente, seja no uso ou na fabricação;
- energeticamente eficientes, utilizando pouca energia em sua produção, transporte e utilização (devem provir de regiões próximas); adicionalmente devem ser bons isolantes de forma a prevenir perdas/ganhos energéticos (calor) indesejados;
- duráveis, com longa vida-útil, fáceis de repor e de fácil manutenção, testados por diversas gerações;
- produzidos a preços e condições de trabalho justos; e
- pouco geradores de resíduos, capazes de serem reciclados, de modo a economizar a grande quantidade de energia necessária para produzir os materiais a partir da matéria-prima.

As possibilidades estão aí para serem exploradas – tendo o Brasil uma grande vantagem devido à grande riqueza de recursos naturais.

Não se justificam os crimes ecológicos como a inundação de grandes áreas de terra resultante da criação de barragens artificiais para a produção de energia, através de hidrelétricas, afetando todo o ecossistema da região.

A indústria da construção é diretamente dependente dessas alternativas de produção de energia e pode ajudar a estimular a tomada de medidas que ajudem a mudar o lamentável cenário atual, sendo importante também o envolvimento de entidades civis e governamentais nesta empreitada.

CAPÍTULO 5

SISTEMAS DE CONTROLE AUTOMATIZADOS

As tecnologias prediais de automação foram criadas visando a melhoria da qualidade de vida em meio ao caos urbano criado desde a Revolução Industrial – o que pode nos parecer um paradoxo, visto que a própria tecnologia tem sua responsabilidade sobre o desenvolvimento urbano tal como ocorreu.

Evitar os ruídos, a poluição, e a violência das grandes cidades, criando um ambiente confortável e seguro para se viver e trabalhar; amenizar condições térmicas desconfortáveis; acompanhar a rapidez com que o mundo evolui; e ter ao alcance das mãos uma quantidade cada vez maior de informações que nos permitem sobreviver em um mundo cada vez mais competitivo são alguns dos remédios que essa tecnologia pode oferecer.

No que tange à arquitetura, a automação deve ser utilizada atuando em conjunto com sistemas passivos, resultantes de um projeto arquitetônico bem elaborado, visando a contribuir para seu gerenciamento - economizando tempo, gastos com pessoal⁶⁶, preocupações e, se usados da maneira correta, racionalizando e diminuindo o consumo de energia.

Assim, nos próximos sub-capítulos, está listada uma gama de equipamentos e funcionalidades da automação.

⁶⁶ Em relação aos gastos com pessoal, vale recordar a maneira como o controle de temperatura e umidade era feito no Royal Victoria Hospital, conforme exemplificado no subcapítulo 2.1.

5.1. Controle de Segurança

A partir da década de 70, nas grandes cidades do Brasil, puderam ser percebidas alterações nas residências em função de problemas quanto à segurança patrimonial das edificações.

As grandes casas modernas das décadas anteriores, com muros baixos, ou simples grades, vão fechar suas paredes, esconder suas garagens, escamotear seus bens. As novas edificações já apresentam grandes muros, portões fechados, sistemas eletrônicos de segurança que variam dos simples interfones e campainhas aos sofisticados sensores e circuitos fechados de TV. A moradia ainda vai representar status para a elite e a classe média, porém revestida de todo um sistema de proteção como defesa desse próprio status.⁶⁷

Mas o controle de segurança envolve aspectos além da questão patrimonial, como a integridade física da edificação, das instalações e de seus ocupantes. Assim, o controle de segurança automatizado pode englobar mais de um sistema, entre eles os que envolvem a detecção de incêndio, o controle de acesso e intrusão, o monitoramento à distância, e ainda questões de saúde pessoal.

Para tanto, podem ser utilizados Circuitos Fechados de Televisão, sensores de presença, sensores de sinistros (termovelocimétricos, óticos ou iônicos), alarmes, atuadores (*sprinklers*, bombas), equipamentos de reconhecimento biométrico (leitura de digital, da íris, reconhecimento de voz), leitoras de cartões magnéticos, etc.

Isto permite que, no conjunto, sejam tomadas decisões encadeadas no caso de um sinistro, por exemplo. O endereçamento de cada equipamento também pode facilitar na tomada de medidas necessárias, caso haja algum problema, pois a ativação de equipamentos específicos pode evitar ações desnecessárias em áreas não atingidas. Isto é importante na ativação de *sprinklers*, por exemplo, combatendo o fogo localmente, sem ativá-los na edificação inteira.

O CFTV e sensores auxiliam no monitoramento remoto do patrimônio e, junto com outros atuadores, permite, também, que sejam enviados sinais para a rede externa (polícia, bombeiros, serviço de ambulância), alertando sobre a ocorrência de algum problema.

⁶⁷ VERÍSSIMO [1999], op. cit., p.84.

Além disto, dependendo da importância da função a ser desenvolvida dentro da edificação (como hospitais e clínicas, por exemplo), um suprimento extra de energia se faz necessário, e não deixa de ser uma medida de segurança também. No caso de falha no fornecimento de energia, geradores devem entrar em ação para garantir a continuidade do funcionamento das atividades.

5.2. Controle de Condicionamento Térmico

Seu objetivo é o controle climático da edificação. Até o final dos anos 80, a tecnologia para controle de condicionamento térmico visava prover os usuários das edificações com um ambiente específico, que era constante independente das condições externas. Os sistemas de condicionamento de ar eram programados para assegurar uma temperatura fixa em torno dos 23 graus centígrados dentro do ambiente, independente da temperatura exterior e de quaisquer que fossem as necessidades do usuário individual.

Hoje o seu foco de atuação está nas centrais de condicionamento de ar que, interligadas a sensores de temperatura, podem manter automaticamente a temperatura desejada dentro da edificação (pré-definida pelo usuário), desligando o sistema quando seu uso não se faz mais necessário e auxiliando, assim, na economia de energia.

Além disso, aumentou a preocupação em prover aos usuários maior possibilidade de controle sobre o ambiente local. Também há um maior envolvimento com as questões ligadas à conservação de energia, muito embora a tipologia arquitetônica utilizada na maioria das edificações que dispõem de tal tecnologia não corresponda com essa atitude. Cada vez mais vemos serem erguidas edificações que “sugam” uma quantidade imensa de energia para manter condições adequadas a seus usuários, ficando o ônus do conforto todo voltado para a tecnologia.

O controle térmico deveria começar, pelo uso de materiais adequados para a envolvente do edifício, ou proporcionando sombra nas superfícies envidraçadas, através do uso de protetores solares. Ainda no que diz respeito à configuração da fachada, a ventilação natural é uma ferramenta que tem sido abandonada, mas que

pode auxiliar efetivamente no controle térmico, se projetada adequadamente.

A possibilidade de se trabalhar com a ventilação natural fica, no entanto, vinculada ao nível de poluição do ar e poluição sonora local. Em condições adequadas, pode auxiliar tanto no aquecimento quanto no resfriamento do local, mesmo em climas com alta umidade relativa do ar - quando a combinação com sistemas de ar-condicionado é a única possibilidade. A ventilação cruzada, o movimento forçado do ar sobre a superfície das fachadas, e as massas térmicas são possibilidades que devem ser consideradas antes mesmo de se prever equipamentos para auxiliar no controle da temperatura.

5.3. Controle de Iluminação

O objetivo deste sistema é trabalhar em conjunto com a iluminação natural, oferecendo aos usuários níveis adequados de iluminação para as atividades em desenvolvimento dentro da edificação. Isso é feito através do uso de sensores foto-sensíveis que captam o nível de iluminação do ambiente ou área de trabalho. Quando a leitura do equipamento é inferior a desejada, o sistema pode acionar a iluminação artificial complementar. Além disto, a atuação em conjunto com sensores de presença pode gerar significativa economia de energia pelo fato de somente manter acessas lâmpadas em locais onde há presença de pessoas.

Nesses sistemas o endereçamento individual dos controles também é importante. Além disso, a incorporação de sensores em cada ponto pode auxiliar na detecção de falhas na iluminação, assim como no controle da qualidade e do consumo de cada um destes. A flexibilidade de zoneamento, neste endereçamento, é fator importante a ser levado em conta para garantir a possibilidade de acompanhar possíveis mudanças de *configuração* dos ambientes.

Sistemas pré-programados podem atuar ligando ou desligando lâmpadas de determinados locais em determinados horários, seguindo programação diária, semanal, mensal ou anual (variando esta capacidade em função do equipamento utilizado). Também podem ser controladas persianas, cortinas e quebra-sóis, de acordo com o nível de iluminação externa e da necessidade momentânea no

ambiente interno.

Também fazem parte do controle automatizado de iluminação a provisão de energia suplementar e os sistemas de iluminação de emergência, que podem acionar lâmpadas em funcionamento econômico, de maneira a garantir iluminação suficiente para a saída segura de pessoas do local em que se encontram e a realização de tarefas imprescindíveis até que o fornecimento de energia seja novamente regularizado.

5.4. Telecomunicações

Estes sistemas atuam na transmissão das informações (imagens, voz, textos, dados) intra e extra-edificação, e são essenciais nos edifícios corporativos modernos.

Além do uso para funções corporativas, como transferência de dados e comunicação (correio eletrônico e tele-conferência), esse sistema serve de apoio aos demais, permitindo o intercâmbio de informações (integração). Esta sinergia permite ao usuário até mesmo programar o sistema para enviar mensagens de notificação para o seu correio eletrônico no caso de qualquer problema ou avaria em algum equipamento. Portanto, a universalização dos sistemas é essencial para um funcionamento adequado da transmissão de informações, pois só assim permitirá a integração.

5.5. Gerenciamento

Existem dois níveis diferenciados de gerenciamento que podem ser utilizados em automação: o gerenciamento técnico, que controla os equipamentos e seu funcionamento; e o gerenciamento administrativo, que controla o uso de recursos.

O gerenciamento técnico é importante para a manutenção dos sistemas e seus equipamentos, já que através dele pode-se identificar problemas ou falhas de funcionamento.

Já o gerenciamento administrativo (de energia, por exemplo) é desenvolvido de forma a proporcionar economia por meio da racionalização do uso de recursos e

pelo controle de possíveis desperdícios. No caso do gerenciamento de energia isto significa um controle sobre fugas, sobrecargas e outros comportamentos anormais. Além disso, o monitoramento da rede de energia pode ajudar a controlar a quantidade e a qualidade da energia utilizada (sensores de corrente, tensão).

5.6. Controle Ambiental

O número de edificações energeticamente dependentes aumentou significativamente nos últimos 50 anos. Além disso, a infra-estrutura para produção e distribuição de energia não tem acompanhado este desenvolvimento, assim como poucas das tecnologias de que estes edifícios dispõem evoluíram nesse sentido. As tecnologias continuam a agir como na parábola da fogueira, citada por BANHAM [1975], onde ele demonstra a diferença entre os *suportes ambientais do tipo estrutural* e as *soluções energéticas*. A parábola se refere a uma tribo selvagem, que chega a um sítio para acampar, ao entardecer, e o encontra bem provido de troncos caídos. Dois métodos básicos podem ser utilizados para explorar o potencial ambiental desta madeira: utilizando-a para construir um quebra-vento ou um abrigo contra a chuva (suporte estrutural), ou pode ser utilizada para fazer fogo (solução energética).⁶⁸ A arquitetura, em termos gerais, tem sido explorada mais através do uso deste potencial energético (sistemas de aquecimento e equipamentos de ar condicionado) do que de soluções ambientais do tipo estrutural.

Mas não se trata de falta de conhecimento a respeito da escassez dos recursos energéticos e da poluição que certas tecnologias deixam como despejo, pois a consciência deste problema já não é novidade. Contudo, as decisões de projeto continuam parecendo não demonstrar preocupações a esse respeito, dando origem ao que foi denominado de “síndrome dos edifícios doentes” (*sick buildings syndrome*), que é um mal que atinge os ocupantes de ambientes climatizados artificialmente.⁶⁹

⁶⁸ BANHAM [1975], op. cit., p.18.

⁶⁹ A falta de manutenção, limpeza e higienização nos filtros e dutos propiciam o desenvolvimento de microrganismos, que podem levar os ocupantes desses ambientes a contraírem doenças respiratórias, infecciosas ou alérgicas. Além disto, outros fatores também influenciam no grau de contaminação do

PORTOGHESI [1985] traz à tona considerações feitas por André Gorz em *Écologie et liberté* :

Sabemos que o nosso atual modo de vida não tem futuro, que os nossos futuros filhos não farão uso, na sua maturidade, do alumínio nem do petróleo; e que, em caso de concretização dos atuais programas nucleares, os jazigos de urânio estarão, ao tempo, esgotados, (...). Sabemos que o nosso mundo se dirige para o fim e que, se continuarmos como até aqui, os mares, os rios serão estéreis, as terras encontrar-se-ão privadas de fecundidade natural, o ar da cidade será sufocante e a vida será um privilégio ao qual apenas terão direito os campeões selecionados de uma nova raça humana, adaptada, por meio de processos de condicionamentos químicos e de programação genética, à nova concha ecológica, que os engenheiros da biologia terão sintetizado por lei.⁷⁰

Esta necessidade de se olhar para a natureza e de criar projetos que não interfiram no equilíbrio do ecossistema é uma preocupação de um ramo da arquitetura que vem se desenvolvendo nos últimos anos e que trabalha com a *sustentabilidade* das edificações. E, embora esta seja uma situação paradoxal, a tecnologia, se utilizada adequadamente, pode ser uma ferramenta importante para controlar e combater os desperdícios que ela mesma vinha potencializando.

5.7. A integração dos sistemas

Na medida em que aumentaram o número e a complexidade dos sistemas incorporados às edificações, tornou-se cada vez mais intrincado o seu gerenciamento. Conforme já comentado, a automação pode facilitar imensamente a administração predial, mas sua integração é fator essencial para que se consiga tirar maior proveito do conjunto.

Além do melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na edificação, a integração permite a multiplicação das funções, à medida que a combinação de duas ou mais funções podem criar uma terceira; ademais, possibilita também a diminuição do número de equipamentos necessários, já que pode haver o compartilhamento desses por diferentes sistemas, melhorando a relação custo/benefício do conjunto.

A coordenação dos sensores e atuadores de diferentes sistemas por um único

ar interno, tais como: faixas de ventilação, número de pessoas que ocupam o ambiente, o grau de atividade de cada um e as condições atmosféricas.

⁷⁰ PORTOGHESI [1985], op. cit. p.25.

processador permite a troca de informações de modo que um ou mais atuadores possam ser acionados ao mesmo tempo, ou em cadeia, coordenada e imediatamente. Isso também possibilita o acesso a todas as informações em um mesmo ponto, através de um único sistema de controle, simplificando e agilizando qualquer modificação ou manutenção que se torne necessária.

No entanto, devemos também admitir alguns problemas que podem ser vinculados à integração, como o fato da identificação de um problema operacional poder ser mais difícil do que em sistemas independentes. Além disso, pode haver problema de compatibilidade entre um ou mais sistemas, visto que algumas empresas ainda fabricam seus equipamentos sob protocolos proprietários, o que impede que estes sejam integrados aos demais. No Brasil, este é um problema muito comum com os equipamentos de centrais de condicionamento de ar, por exemplo. Essa fragmentação da indústria e a falta de padrões têm dificultado a obtenção do nível de integração desejado para o bom funcionamento dos sistemas, além de, muitas vezes, encarecer a instalação desse sistema integrado.

A falta de normas regulamentadoras prejudica ainda mais o controle de qualidade sobre essas tecnologias, e no Brasil ainda é insipiente a legislação que regulamenta essas questões. Por esse motivo, muitas vezes, os projetistas utilizam-se de normas internacionais como parâmetro. As normas de instalação de infraestrutura para automação mais utilizadas atualmente são as americanas, elaboradas pelo Instituto Americano de Normas e Padrões em conjunto com associações de indústrias de telecomunicação e eletrônica⁷¹.

Sobre estas normas, é interessante comentar que, em certos casos, é exigida a instalação de alguns sistemas de forma independente (geralmente isto acontece com instalações de incêndio). Mesmo assim, isso não impede que as informações deste sistema sejam compartilhadas com os demais.

Em nosso meio, o que percebemos é que cada empresa está capacitada para trabalhar apenas com o seu produto, sendo necessária a contratação de uma outra empresa (ou um profissional) para fazer sua integração. Afinal, a automação dos

⁷¹O item 5.8 aborda a questão das normas para automação. Recomenda-se o acesso ao site <http://www.ansi.org>.

diferentes sistemas precisa ser pensada a partir de um projeto único e, além disto, coordenado com o projeto arquitetônico.

Assim, a escolha de um profissional para coordenar os projetos de automação deve ser feita ainda na fase de projeto. Esta pessoa também será a responsável pela futura integração entre os sistemas e todas as demais partes do projeto. O que acontece, muitas vezes, no entanto, é que o projeto de automação é definido sem se ter conhecimento de quem serão os futuros usuários, apenas com a intenção de adicionar valor ao empreendimento.

O ideal nessas situações é desenvolver um projeto que garanta adaptabilidade suficiente para atender as necessidades dos futuros usuários, além de oferecer tipos variados na mesma edificação para diferentes tipos de usos. O reconhecimento dessas possibilidades pode assegurar uma maior vida útil à edificação.

Essa flexibilidade deve ser considerada tanto em termos do projeto de automação quanto do projeto arquitetônico. O envolvimento dos fornecedores dos sistemas com os projetistas é essencial na fase de projeto de arquitetura, quando ainda podem influenciar em decisões importantes. Além disso, é importante que os projetistas estejam bem informados sobre as outras partes do projeto para evitar incompatibilidades no momento da execução. Da mesma forma, é importante que informações corretas e detalhadas sejam oferecidas pelos fornecedores dos equipamentos e sistemas, para evitar surpresas desagradáveis quando em funcionamento.

5.8. Instalações e Normas

Para que seja possível a implantação de um sistema de automação, é imprescindível a implantação dos meios físicos necessários para o desenvolvimento desta dentro da edificação.

Os sistemas wireless (sem-fio) são uma possibilidade, mas ainda apresentam um alto custo e baixa confiabilidade. A tecnologia PLC (PowerLine Cabling), em que a comunicação é feita através da rede elétrica também é pouco traumática, mas, é menos potente e também sujeita a interferências, ruídos e flutuações na rede, assim

como qualquer equipamento ligado à rede elétrica (basta pensar na interferência que percebemos na televisão ao ligarmos um eletrodoméstico).

Portanto, trataremos em especial dos sistemas que utilizam cabeamento estruturado, que é a melhor solução em termos de aproveitamento da tecnologia de que dispomos hoje em dia. Estamos, portanto, considerando a instalação em edificações novas, onde o projeto de automação é desenvolvido coordenadamente com o projeto de arquitetura. Pois, em situações diferentes desta, talvez o uso de outras tecnologias possa ser mais adequado⁷².

Nem sempre o usuário irá adquirir ou instalar todos os equipamentos de uma só vez. No entanto, é necessário que as instalações⁷³ de suporte ao sistema já estejam previstas e dispostas adequadamente para o momento da utilização total.

O Brasil ainda é deficiente quanto a normas regulamentadoras para projetos de automação, o que significa dificuldade em relação ao aproveitamento da tecnologia. A ABNT dispõe, no entanto, de uma norma referente a *Procedimentos Básicos para Elaboração de Projetos de Cabeamento de Telecomunicações para Rede Interna Estruturada*, a NBR14565.

O que se percebe, em vista da regulamentação deficiente em nosso país, é a incorporação de normas estrangeiras, como as elaboradas em conjunto pelo Instituto Americano de Normas e Padrões, a Associação das Indústrias de Telecomunicações, e a Associação de Indústrias de Eletrônica (ANSI/TIA/EIA).

No que diz respeito aos protocolos de comunicação dos sistemas, no entanto, o Brasil não apresenta padronização. Isto dá liberdade para cada empresa atuar como lhe convém, o que, muitas vezes, gera incompatibilidade entre os sistemas⁷⁴. O padrão mais utilizado atualmente, é o EHS (European Home System), criado em 1992 por empresas européias fabricantes de eletrodomésticos. Esse padrão possui uma arquitetura aberta, permitindo a comunicação entre equipamentos de vários fabricantes.

⁷² Falaremos sobre a instalação em edificações existentes (*retrofitting*) no item 5.10

⁷³ Leia-se: cabeamento.

5.9. Confiabilidade

Segundo o *Documento de Conceituação de Edifícios Inteligentes*⁷⁵ a confiabilidade atribuída aos sistemas do edifício assegura a possibilidade de planejar e utilizá-los sem riscos de perda de tempo ou conforto. Isto significa que a edificação (ou seus sistemas), deve estar protegida de cortes de energia, interferências, panes e sabotagens.

No caso de cortes de energia, isto é resolvido por meio da instalação de geradores próprios, que entram em funcionamento assim que algum problema no fornecimento de energia é verificado, garantindo a continuidade de funcionamento dos sistemas e, conseqüentemente, das atividades que estão sendo realizadas na edificação.

A proteção quanto a interferências depende do tipo de instalação de transmissão de dados de que a edificação dispõe (cabearamento estruturado, *wireless*, PLC). Conforme comentado no sub-capítulo anterior, as instalações *wireless* e PLC estão mais sujeitas a interferências do que um cabearamento estruturado.

Quanto a panes e sabotagens, a segurança que se pode oferecer ao usuário é uma possibilidade alternativa de comando dos equipamentos. Muito mais do que uma solução alternativa, trata-se de oferecer conforto psicológico ao usuário, transmitindo segurança em respeito ao seu controle sobre os equipamentos em qualquer situação.

Além disso, fatores como qualidade dos equipamentos e idoneidade das empresas prestadoras do serviço também são pontos importantes a serem considerados no que diz respeito à confiabilidade dos sistemas.

A manutenção periódica dos equipamentos e das instalações também se faz necessária. No sistema de condicionamento de ar, por exemplo, a limpeza dos dutos de ventilação e filtros é mais do que uma questão de bom funcionamento, mas

⁷⁴ Já comentamos sobre a importância da integração dos sistemas no item 5.7.

⁷⁵ ABRAPI, Documento de Conceituação de Edifícios Inteligentes, 2001.

também, de saúde⁷⁶.

5.10. “Retrofitting”

O conceito de *retrofitting* em automação predial e residencial diz respeito à adequação de edificações existentes às novas necessidades tecnológicas. Este é um fator importante a ser considerado. Se as edificações nas quais hoje moramos e/ou trabalhamos (construídas, talvez, há 20, 30 anos atrás) não dispõem de meios para que possamos utilizar as tecnologias de automação em todo o seu potencial, é devido à dificuldade que seus arquitetos tinham de prever, com tanta antecedência, quais tecnologias estariam disponíveis no futuro (hoje), ou quais as necessidades que surgiriam em vista disto. Essa situação possui ainda um agravante: cada vez mais essas mudanças têm acontecido em um período menor de tempo.

Assim, na maioria das vezes, essa adaptação às novas necessidades geralmente consiste em um processo traumático, que envolve obras civis para suportar as novas instalações.

Em função disso, em certos casos, a dificuldade em se fazer essas adaptações é tanta, que as soluções de sistemas PLC (comunicação via rede elétrica) e *Wireless* nos parecem ser as mais adequadas, pois o meio físico através do qual elas se desenvolvem não exige muitas adaptações arquitetônicas.

Faz-se necessária a elaboração de programas arquitetônicos e uso de materiais de construção os mais dinâmicos possíveis, que permitam alterações e substituições com agilidade, de modo a oferecer um alto nível de flexibilidade construtiva. Isto porque as necessidades dos usuários mudarão ao longo do tempo, e a arquitetura deve ser capaz de oferecer o suporte adequado às novas atividades.⁷⁷

5.11. O papel social da automação (Automação Inclusiva)

O termo *automação inclusiva* parte do conceito de *inclusão social*, movimento

⁷⁶ Questões sobre a relação entre o uso de equipamentos mecânicos de ventilação e a qualidade do ar serão tratadas mais adiante, no subcapítulo 8.1.

iniciado a partir dos anos 60, em busca dos direitos sociais de pessoas com necessidades especiais. Assim, este sub-capítulo trata de um enfoque diferenciado das tecnologias de automação, analisando os benefícios que esta tecnologia pode proporcionar para pessoas com necessidades especiais, como idosos e para portadores de deficiências.

A possibilidade de acionamento remoto ou automático dos sistemas pode trazer muitos benefícios para esse público. Além do conforto, a preocupação deste tipo de automação volta-se para a acessibilidade, segurança, saúde e bem estar do usuário, proporcionando-lhe maior autonomia e independência na realização das tarefas diárias em casa ou de sua atividade profissional, no local de trabalho. Além disso, o acionamento de comandos (acender/apagar luzes, levantar/abaixar persianas, ligar/desligar equipamentos) pode ser realizado por voz – essencial para pessoas tetraplégicas, por exemplo, ou ainda, realizados por pessoas com deficiência visual através do uso de teclados em *braille*.

A arquitetura já demonstra preocupação nesse sentido há algum tempo (embora poucas vezes vejamos a aplicação da teoria), através do uso de elementos formais que servem como auxiliares tais como: rampas, elevadores, corredores e portas de tamanhos adequados, corrimões, apoios, sanitários especiais, móveis e equipamentos em alturas adequadas, entre outros. Mas a automação pode aumentar ainda mais a conquista da autonomia nesses casos.

Sensores de presença podem isentar o usuário de se deslocar até um interruptor para acender ou apagar lâmpadas. Podem também, garantir mais segurança alertando da presença de alguém em determinado local através do envio de sinais sonoros ou visuais.

Camas articuladas, com acionamento por controle remoto podem auxiliar o usuário a deitar e levantar da cama. Além disso, botoeiras ligadas à rede externa, podem enviar mensagens de alerta para um familiar, ou para um pronto-socorro, por exemplo, em caso de emergência.

⁷⁷ Comprova-se a importância do conceito de flexibilidade.

Esse conceito tem um grande potencial a ser explorado em hospitais, clínicas (ambientes que abrigam pessoas com deficiências temporárias), e casas geriátricas, facilitando o cuidado com os usuários e possibilitando-lhes maior autonomia e segurança.

Cita-se como exemplo, as unidades de internação do Hospital do Coração, em São Paulo, que fazem uso deste conceito, possuindo camas automatizadas, controle de luminosidade acionado por controle remoto – que também possui sistema de viva-voz e dispositivos de segurança para situações de emergência.



**Figura 40 - Controle Remoto utilizado pelos pacientes
no Hospital do Coração/ São Paulo**

CAPÍTULO 6
SUSTENTABILIDADE POR MEIO DA AUTOMAÇÃO

Neste capítulo serão apresentados dois exemplares de edificações projetadas de acordo com princípios sustentáveis, e que também utilizam sistemas de controle automatizados colaborando no alcance de seus objetivos.

Ambos os casos ocorrem na Europa, onde as preocupações com o uso eficiente de energia (devido à escassez de recursos) têm estimulado soluções inteligentes ainda em nível de projeto arquitetônico, diminuindo a necessidade de consumo de energias não renováveis.

6.1. CASO 1 (BRE´s Environmental Building - Garton, Reino Unido, 1996)

A edificação é resultado de uma pesquisa para a elaboração de especificações de performance no desenvolvimento de um “Escritório do Futuro Energicamente Eficiente” (*Energy Efficient Office of the Future – EOF Project*) através da colaboração entre a própria BRE (*Building Research Establishment*) - um instituto de pesquisa de tecnologias para a construção - através de sua unidade de suporte para conservação de energia (BRECSU – *Building Research Establishment Conservation Support Unit*) - e fabricantes, *designers* e outros profissionais da área⁷⁸.

78 The Environmental Building. A model for the 21st century. Disponível na Internet em: <<http://projects.bre.co.uk/envbuild/envirbui.pdf>>

A idéia do projeto é a redução do consumo de energia e da emissão de CO₂ em 30% em comparação aos (melhores) níveis de desempenho atuais. Para tanto, os seguintes princípios foram adotados:

- Evitar ou, ao menos, minimizar o uso de sistemas de ar-condicionado;
- Maximizar o uso da massa térmica da edificação para reter ou emitir frio ou calor, moderando os balanços de temperatura.
- Minimizar o uso de luz artificial através do aproveitamento da luz natural;
- Ter um nível apropriado de controle sobre o ambiente construído (automação);
- Maximizar o uso de materiais reciclados.



**Figura 41 - Fachada do BRE Environmental Building – Garston,
Reino Unido (1996)**

6.1.2. A edificação

A edificação possui uma configuração em forma de “L”, com uma área de aproximadamente 2000m². A seção central consiste em um bloco de três pavimentos de 1350m², destinado a abrigar 100 funcionários. Na parte sul há uma configuração do tipo aberto, enquanto a parte norte é parcialmente dividida em células para escritórios. Possui uma sala de conferência com capacidade para 100 pessoas sentadas e duas outras, menores, para 25 pessoas cada uma delas. Um *lobby* envidraçado (que toma todos os três andares) faz a separação entre a área de salas de conferência e a da área de escritórios.

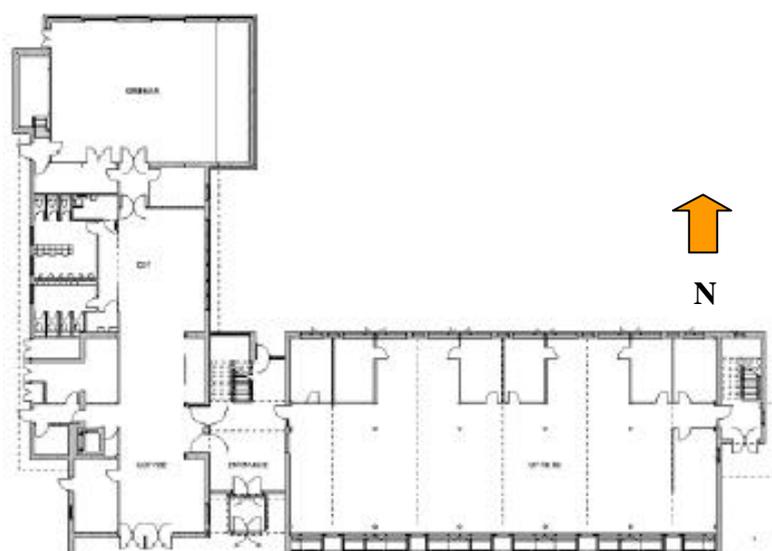


Figura 42 - Planta Baixa BRE Environmental Building

6.1.3. Estratégias de projeto

O método de ventilação predominante para o verão é a ventilação cruzada natural, favorecida pelas grandes áreas de janelas em ambos os lados da edificação. As janelas superiores (para ventilação higiênica) têm sua abertura automatizada pelo sistema de gerenciamento da edificação, e as janelas inferiores são de abertura manual. A abertura das janelas superiores pode ser programada também durante a noite, de maneira a permitir um resfriamento noturno da edificação.

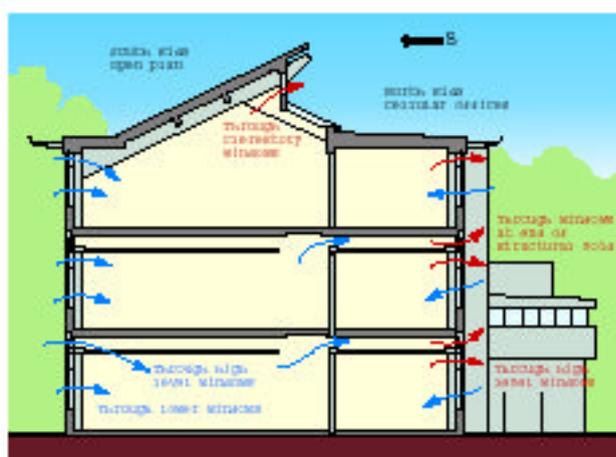


Figura 43 – Esquema da ventilação cruzada (verão)
BRE Environmental Building

Nos dias com pouco vento, a ventilação cruzada é forçada por cinco colunas de exaustão feitas em tijolos de vidro, situadas na parte sul da edificação. Através da abertura de janelas que conectam o primeiro e o segundo andares com as colunas, o ar que se encontra estagnado sobe naturalmente por elas. Os tijolos de vidro auxiliam neste movimento, já que permitem que o calor solar incidente estimule a movimentação do ar. Se esta estratégia não for suficiente, exaustores situados no topo das colunas podem ser acionados para auxiliar a operação.

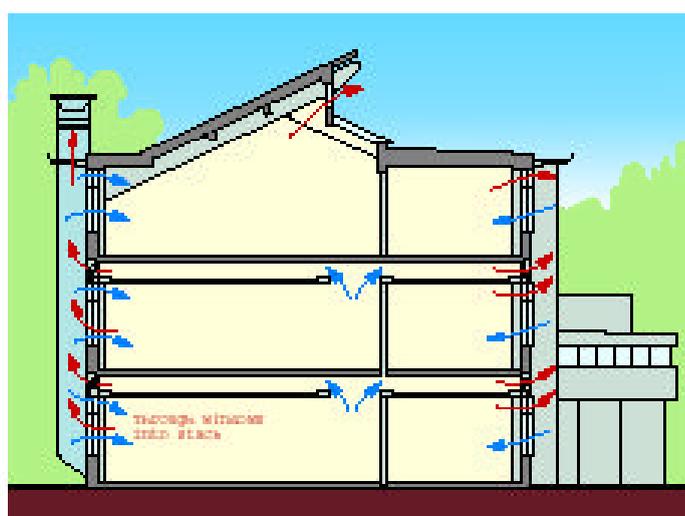


Figura 44 – Esquema da ventilação forçada
BRE Environmental Building

No pavimento superior encontram-se janelas zenitais com controle motorizado que permitem que o ar quente saia em dias quentes e que ainda auxiliam na iluminação natural central do pavimento.

As células de escritórios, na parte norte, têm ventilação apenas por um lado embora o espaço central entre os escritórios receba ventilação cruzada. Mas, quando a ventilação é bloqueada pelos escritórios, o espaço central recebe ar fresco através do vão existente nas lajes – desenhadas especialmente para tal finalidade.

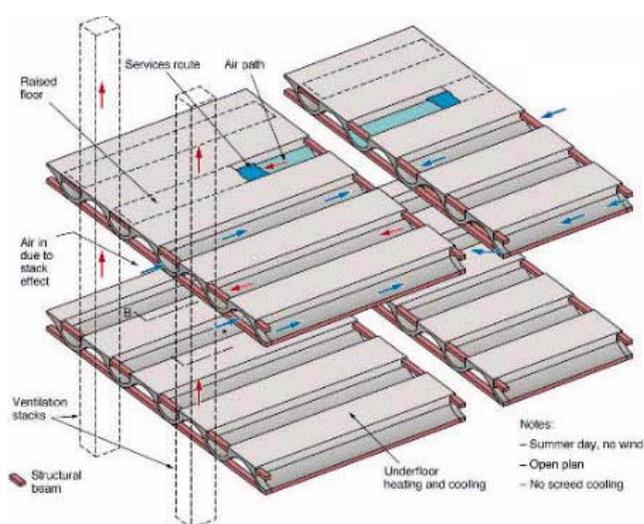


Figura 45 – Lajes BRE Environmental Building

Um sistema semelhante para a passagem de ar em vãos dentro da laje já havia sido desenvolvido em 1932, pelo Mellon Research Institute, em Pittsburg.

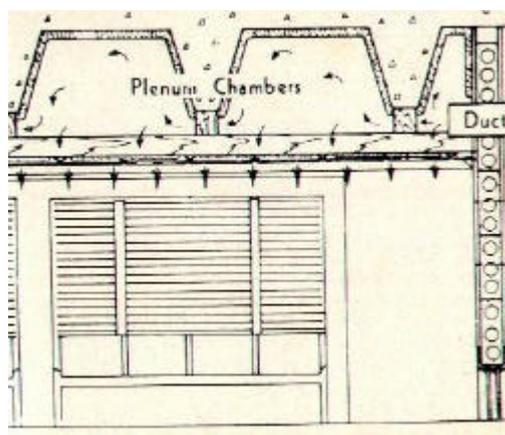


Figura 46 - Sistema para piso/teto desenvolvido em pelo Mellon Research Institute, Pittsburg (1932)

No caso do BRE, um resfriamento adicional pode ser obtido pela circulação de água gelada dentro da laje, que é obtida de um poço artesiano de 70 metros de profundidade, onde a temperatura encontra-se constante na ordem de 10 graus Celsius. Durante o inverno, a água que circula nas lajes passa por um sistema de aquecimento a gás para auxiliar na manutenção da temperatura. Pequenos radiadores no perímetro da área de escritórios também podem auxiliar em casos extremos.



Figura 47 – Protetores solares

Para aproveitar ao máximo a luz natural, a edificação possui grandes áreas envidraçadas. Na parte externa existem protetores solares motorizados (de vidro com uma cobertura cerâmica translúcida), que podem ser ajustados para permitir ou não ganhos solares, podendo servir, também, como prateleiras de luz para refletir a luz do sol no teto dos ambientes, quando necessário.

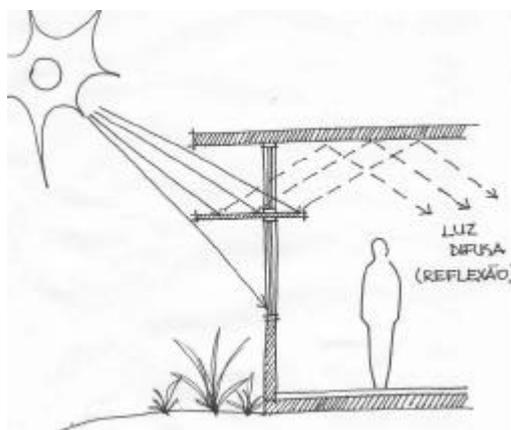


Figura 48 - Iluminação interna por reflexão

Em termos de iluminação artificial, a edificação dispõe de luminárias suspensas controladas automaticamente, cada uma possuindo endereçamento próprio no sistema de controle de iluminação, mas que podem também ser controladas manualmente, pelos usuários (assim como todos os outros sistemas automatizados). Essas luminárias possuem refletores que direcionam 40% da luminosidade em direção ao teto, oferecendo um bom nível de iluminação difusa no ambiente - existindo, ainda, uma iluminação suplementar nas áreas de trabalho sob controle de cada ocupante.



**Figura 49 - Iluminação artificial indireta nos escritórios
BRE Environmental Building – Garston, Reino Unido (1996)**

A edificação dispõe ainda de um painel de células fotovoltaicas que fornece energia adicional proveniente de uma fonte não-poluidora. Essa energia é supervisionada através de um equipamento que indica a quantidade de energia gerada, a porcentagem de contribuição em termos gerais e a produção cumulativa desde maio de 1997, quando entrou em funcionamento.

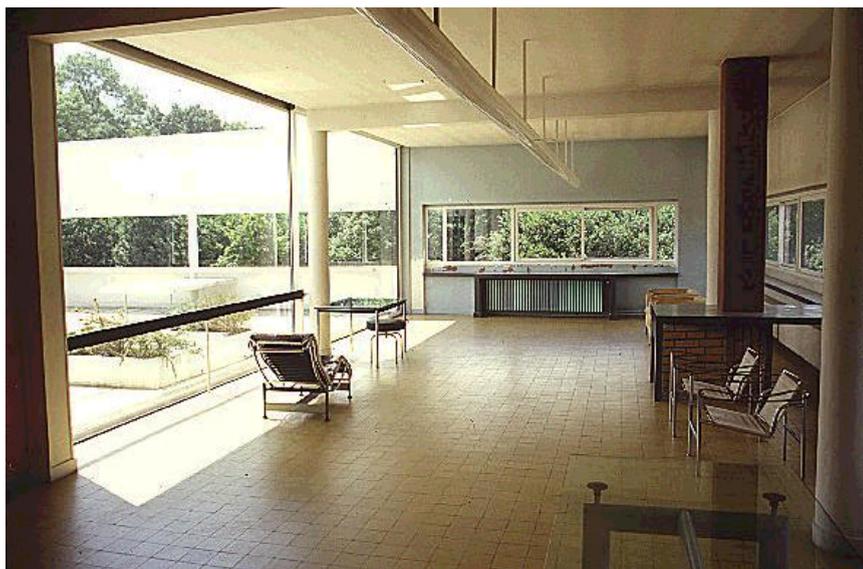


Figura 50 - Iluminação artificial indireta, por reflexão no teto, utilizada por Le Corbusier na Villa Savoye

Além disto, a construção do BRE envolveu a utilização de materiais de demolição provenientes da edificação que havia no local anteriormente. Neste caso, apenas o concreto e a alvenaria da edificação antiga foram utilizados na nova edificação (depois de triturados, foram utilizados nas fundações da edificação e na base do novo estacionamento). Mas, em termos gerais, apenas 4% do material de demolição foi despejado – o restante foi vendido ou doado para outras destinações.



Figura 51 - Geração de energia - Painel fotovoltaico

6.2. CASO 2 (Commerzbank Headquarters - Frankfurt, Alemanha, 1998)

O projeto do arquiteto Norman Foster envolve princípios de sustentabilidade, como o uso de controle ambiental passivo para reduzir a dependência de energias não-renováveis, possibilitada através do desenho da fachada e de sistemas que permitem o aproveitamento da ventilação e iluminação natural. Possui também sistemas que fazem o reaproveitamento das águas servidas para uso no resfriamento e para fins sanitários.

O projeto seguiu os seguintes objetivos⁷⁹:

- Baixo consumo energético e alta performance;
- Amortização dos gastos ao longo de sua vida útil;
- Integração com o entorno imediato;
- Proporcionar saúde e satisfação aos usuários;
- Interação com a comunidade.



**Figura 52 - Commerzbank Headquarters
Frankfurt, Alemanha (1998)**

⁷⁹ BILL, Chan. **Commerzbank: Frankfurt**. Disponível na Internet em: http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/Chan.pdf.

6.2.1. A edificação

A forma triangular da edificação faz parte de uma estratégia de projeto que, deslocando os serviços (sanitários, elevadores e escadas) para os cantos do triângulo, permitiu a criação de um átrio central, que acompanha toda a altura do edifício, projetada com dupla função: oferecer maior visibilidade intra-edificação, e auxiliar no controle ambiental, permitindo que a luz natural alcance as faces internas da mesma.



**Figura 53 – Visibilidade intra-edificação
(Tipologia de panóptico já utilizada no Ed. Larking Building, 1906)**

Ainda em função do controle ambiental, a cada 4 pavimentos pavimentos, um dos lados do triângulo é utilizado para a criação de jardins internos, que também servem para estimular o contato social, sendo utilizado para instalação de cafeterias, lanchonetes e espaços de encontro. No térreo existe também um restaurante, que é utilizado tanto pelos usuários da edificação como pelo público em geral, o que reforça a idéia de interação social com a comunidade - que também faz parte dos princípios da arquitetura sustentável.

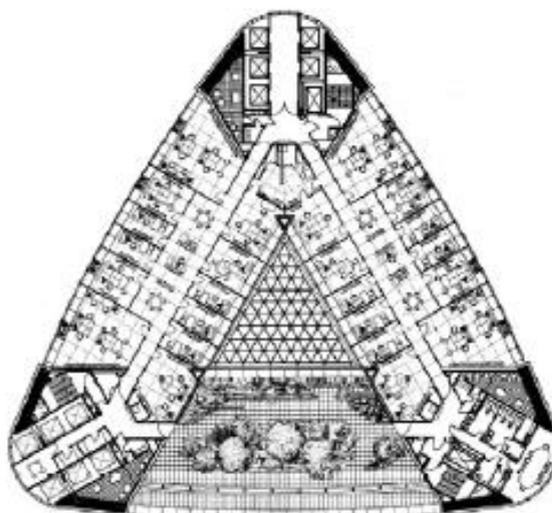


Figura 54 – Planta da edificação (Commerzbank Headquarters)

Entre os escritórios a separação é feita por divisórias leves, de vidro, de maneira a eliminar barreiras psicológicas entre os funcionários e também permitir que a luminosidade natural atravessasse os ambientes.

Para não agredir a configuração do entorno urbano imediato, a base da torre consiste em uma estrutura de 7 pavimentos (altura das edificações circunvizinhas) que a envolve e abriga lojas, estacionamento para 300 carros e 200 bicicletas e um auditório com capacidade para 500 pessoas. Do mesmo modo, a orientação da torre foi pensada também visando não provocar sombreamento excessivo na vizinhança.



Figura 55 – Base da torre (Commerzbank Headquarters)

6.2.2. Estratégias de projeto

O átrio central torna possível a entrada de luz e ventilação natural no seu interior, permitindo que durante a maior parte do ano o edifício possa depender apenas delas durante o dia. Nos casos extremos, como no verão, o edifício ainda pode ser resfriado por um sistema de passagem de água gelada localizado sobre o forro, e no inverno receber aquecimento de radiadores localizados no perímetro da edificação, tornando o uso do ar-condicionado necessário apenas entre estas estações, o que corresponde a um período de, aproximadamente, 30% do ano.

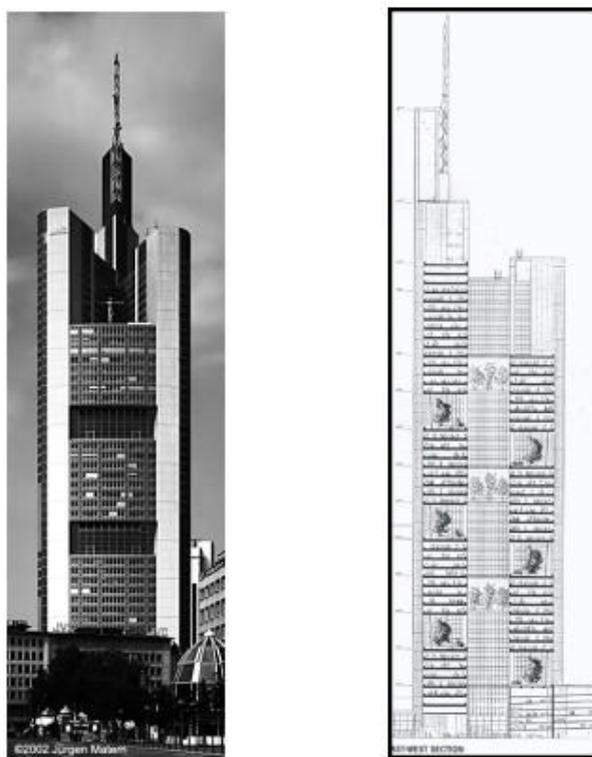
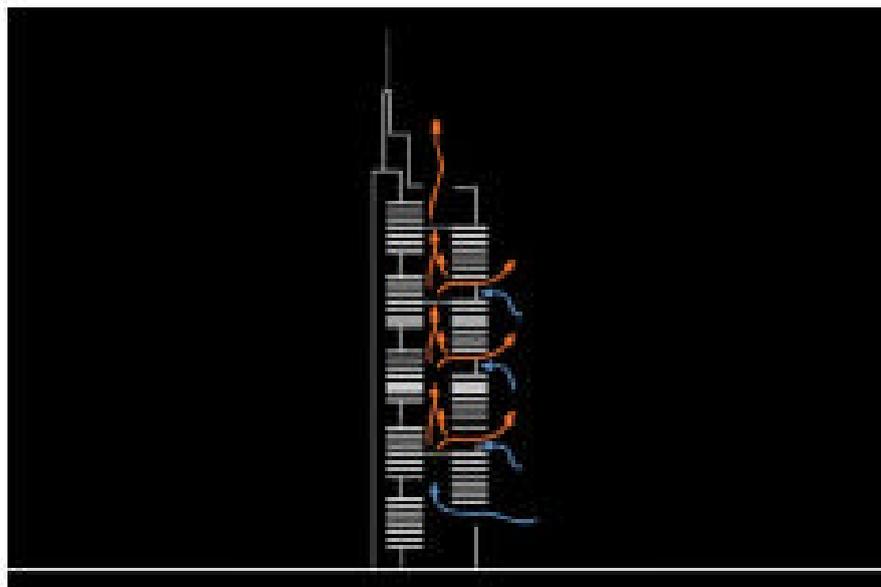


Figura 56 – Divisão das secções (Commerzbank Headquarters)

O átrio é separado a cada 12 pavimentos por diafragmas de alumínio e vidro, direcionando o fluxo do ar entre os jardins. Cada um desses conjuntos de 12 pavimentos é ainda dividido em secções de quatro pavimentos, onde cada uma destas secções possui um jardim, voltado para orientações diferentes em cada uma delas, criando um efeito “espiral” na ventilação interna. No nível superior de cada um dos jardins existem janelas motorizadas, comandadas de maneira a permitir ou não a ventilação cruzada no átrio central.



**Figura 57 – Esquema de circulação interna do ar
(Commerzbank Headquarters)**

No exterior, uma fachada dupla composta por um painel de vidro laminado que envolve a edificação intercepta a chuva e quebra a força do vento, permitindo que até mesmo os escritórios voltados para as fachadas externas possam receber ventilação natural, em qualquer altura da edificação, sem prejuízo do conforto interno. O vão de 16,5 cm abriga protetores solares de 5 cm, que podem ser utilizados para barrar ou refletir a luz solar para o interior, de acordo com a necessidade.

A camada interna da fachada é composta de vidro duplo de alta eficiência, com aberturas na parte superior dos pavimentos que podem ser controladas pelos usuários ou pelo sistema de gerenciamento automatizado da edificação. Esse sistema define o grau de controle dado aos ocupantes a cada momento, de acordo com as condições de vento, intensidade solar e umidade. Tais informações são captadas por equipamentos instalados na própria edificação.

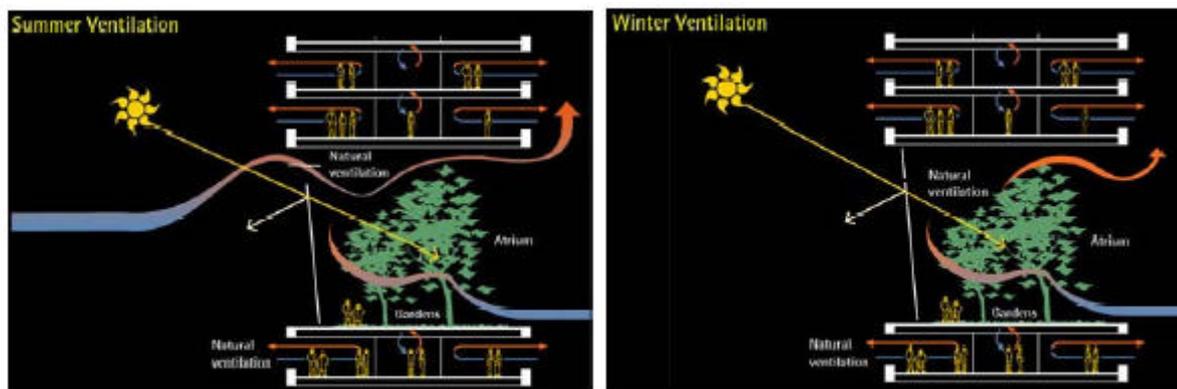


Figura 58 – Esquemas de ventilação através dos jardins internos (verão/ inverno) Commerzbank Headquarters

Os dutos de ventilação mecânica são de dimensões reduzidas, visto que são utilizados apenas em condições extremas de temperatura ou quando as janelas precisam ser mantidas fechadas por ocasião de tempestades ou chuvas fortes.

Através destes exemplos, verificamos ser possível reduzir o uso de energia ativa nas edificações, substituindo sistemas elétricos e eletrônicos por tecnologias menos sofisticadas, sem prejuízo de eficiência.

Até mesmo, se considerarmos o significado do vocábulo eficiência:

“...3. virtude ou característica de ([...], um maquinismo, uma técnica, [...]) conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros e/ou dispêndio de energia, tempo, dinheiro ou meios. [...] 6. trabalho ou atuação realizados com pouco ou nenhum esforço perdido [...]”

Assim, esses meios passivos de condicionamento da edificação podem ser considerados muito mais eficientes do que os sistemas automatizados presentes nos chamados “*Edifícios Inteligentes*”.

A arquitetura dispõe de infinitos recursos próprios de sua arte (ventilação cruzada, massa térmica, quebra-sóis, prateleiras de luz) que podem e devem ser utilizados para desempenhar funções semelhantes às oferecidas pela alta tecnologia, e sem causar danos ao meio ambiente. Esta tecnologia, própria da arquitetura, não é novidade: é um conhecimento que vem sendo acumulado pela própria experiência (estimulada pela necessidade) ao longo do tempo e pelos mais diversos locais do planeta terra, não podendo ser desperdiçado.

CAPÍTULO 7

ESTUDO DE CASO “Edifício Inteligente” em Porto Alegre

Neste capítulo será apresentado um estudo de caso realizado em uma edificação tratada comercialmente como um **“Edifício Inteligente”** na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

A edificação apresenta, na verdade, certo grau de automação, obtido através de sistemas de controle consumidores de energia, que atuam sobre elementos tais como: condicionadores de ar, luminárias, CFTV (que, junto dos sensores de proximidade auxiliam na segurança da edificação).

7.1. O objeto de estudo: Edifício Carlos Gomes Center – Porto Alegre/RS

Trata-se de um empreendimento para locação (uso comercial, destinado à instalação de escritórios), localizado em zona nobre da cidade (acesso a 50m da Av. Carlos Gomes, na Av. Soledade, 550), num total de aproximadamente 32.000 m² de área construída⁸⁰.

A edificação consiste de uma torre de 14 pavimentos tipo de 800m² (703m² de área privativa) centrada em uma esplanada de 3.200m². A locação mínima aceita pelos empreendedores é de 400m² (meio andar).

⁸⁰ Ver <http://www.carlosgomescenter.com.br>

Ele vem sendo anunciado⁸¹ como o “melhor prédio corporativo da região sul do país”, portador da mais alta tecnologia na sua classe.



Figura 59 – Ilustração da vista externa (fachadas SE e SO)

Eis alguns dos diferenciais apresentados pelos incorporadores:

- Plataforma tecnológica inédita⁸² no mercado, preparada para suprir as necessidades de transmissão de dados, voz e imagem das empresas, através da previsão de *backbone* de fibra ótica e cabeamento estruturado.
- Sala de instalações exclusiva por pavimento com acesso através da área condominial, permitindo a instalação de novos equipamentos e sua manutenção sem interferência na rotina operacional das empresas.
- Gerador automático para áreas comuns com possibilidade de instalação de geradores específicos para cada conjunto, garantindo continuidade no fornecimento de energia.
- Piso elevado em toda área dos escritórios, aliado a vãos de

⁸¹ PAZ, Vitor. Porto Alegre terá primeiro edifício “triple A” do Sul. Gazeta Mercantil, 03/07/2003.

⁸² Informação obtida em março de 2003.

grandes dimensões, assegura a flexibilidade do *layout* e múltiplas ocupações dos andares.

- *Shafts* livres para recebimento de futuras instalações de outras tecnologias.
- Segurança do empreendimento realizada por controles de acesso, sensores de presença, CFTV (Circuito Fechado de Televisão) com registro digital de imagens e fechaduras eletrônicas.
- Subsistemas como ar-condicionado, demanda de energia, iluminação e segurança são integrados e gerenciados pelo sistema de automação predial com redução de custos operacionais e de manutenção e otimização do conforto do usuário.
- Conectividade garantida por sala de videoconferência e equipamentos de última geração.

7.1.1. Localização

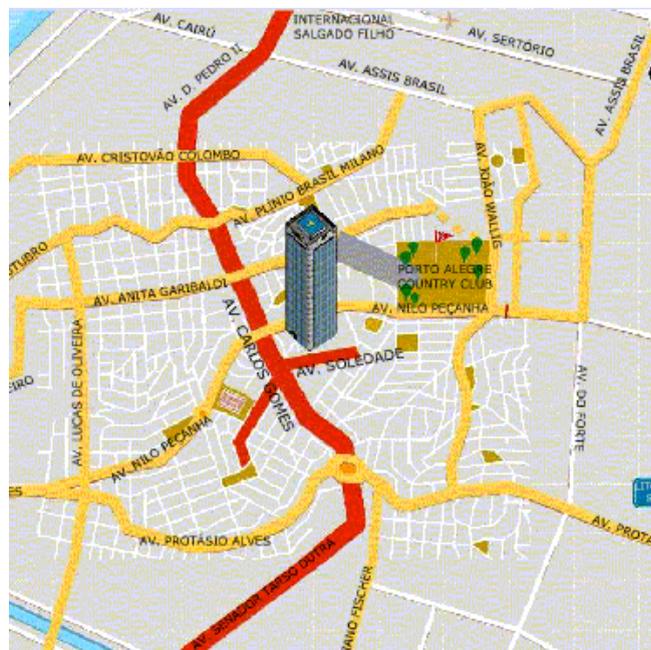


Figura 60 – Localização do Edifício Carlos Gomes Center na cidade de Porto Alegre.

O edifício está localizado na Av. Soledade, 550, Bairro Três Figueiras, em Porto Alegre, a 50 metros da Avenida Carlos Gomes (conhecido centro empresarial da cidade).

Na avenida próxima há acesso a pontos de ônibus onde passam 2 linhas, uma levando até o centro da cidade e outra que cruza o eixo norte-sul. Trata-se de mais um empreendimento comercial na região - assim como ele, a grande maioria das outras edificações próximas e as situadas na Av. Carlos Gomes destinam-se a escritórios de grandes empresas dos mais variados ramos. A cerca de 500m do local encontra-se um hotel da rede internacional *Holliday Inn*, e dentro deste raio encontram-se poucas opções de restaurantes que podem ser utilizados pelos usuários do prédio, sem precisar deslocar-se utilizando automóvel.



Foto 2 – Vista de outras edificações na Av. Carlos Gomes (2002)

A disponibilidade de estacionamento nas vias públicas próximas do local é escassa, até porque é dividida com os usuários de um hospital de alto padrão, localizado ao lado da edificação (além de outros usuários) e também porque o estacionamento não é permitido ao longo da avenida próxima. Porém, a edificação possui estacionamento próprio para seus usuários e dispõe de vagas de estacionamento pago para seus visitantes. Há também um acesso, com espaço para

manobras, em frente à edificação, tornando possível o desembarque próximo à porta de entrada principal.



Foto 2 – Acesso para veículos

O acesso à edificação se dá de duas, todavia, só dá acesso para o saguão principal, onde o usuário ou visitante deve dirigir-se ao balcão de identificação ou aos elevadores principais que têm acesso controlado por catracas com leitura de cartão magnético.



Foto 3 – Vista externa do Carlos Gomes Center (2003)

Situado em um ponto alto, e próximo de uma área de preservação ambiental, a edificação oferece uma bela vista da cidade de Porto Alegre em 360° e, como está situado em uma esplanada, possui uma distância considerável das demais edificações, o que deixa suas fachadas completamente desobstruídas.

7.1.2. Partido Arquitetônico

A forma resultante do edifício partiu de duas diretrizes: estabelecer uma planta totalmente livre e transportar para o centro todos os elementos técnicos, de serviços e circulação, que prejudicam a flexibilidade e liberdade da planta. A forma, essencialmente quadrada, auxilia no melhor aproveitamento dos espaços internos, embora a forma diferenciada dos cantos – que aumenta o número de arestas - prejudique neste aspecto por diminuir o índice de compactidade da edificação, o que representa um aumento de custos.⁸³

A centralização dos setores de serviço, equipamentos e circulação vertical, facilita a passagem e distribuição das instalações e dos equipamentos. A partir deste bloco central, desenvolvem-se o hall (no pavimento térreo) e os escritórios (nos pavimentos tipo).

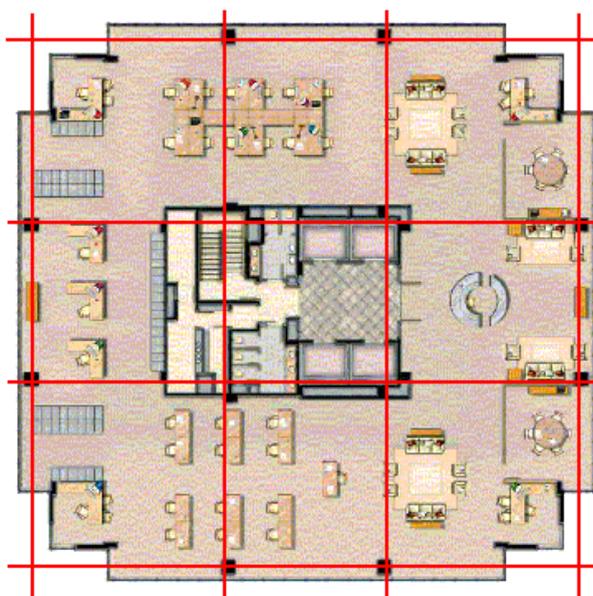


Figura 61 - Malha da estrutura de concreto armado

⁸³ Recomenda-se a leitura do capítulo 3 de MASCARÓ [1998], que trata da influência da forma da planta no custo total do edifício.

A estrutura é de concreto armado, e o fechamento em “pele de vidro” foi pensado para oferecer iluminação natural ao longo de todo o perímetro dos conjuntos e permitir uma visão em ângulo de 360 ° em todos os pavimentos.

No exterior, um pórtico situado em frente a uma alameda marca a entrada da edificação, e consiste na única quebra de monotonia do elemento formal.

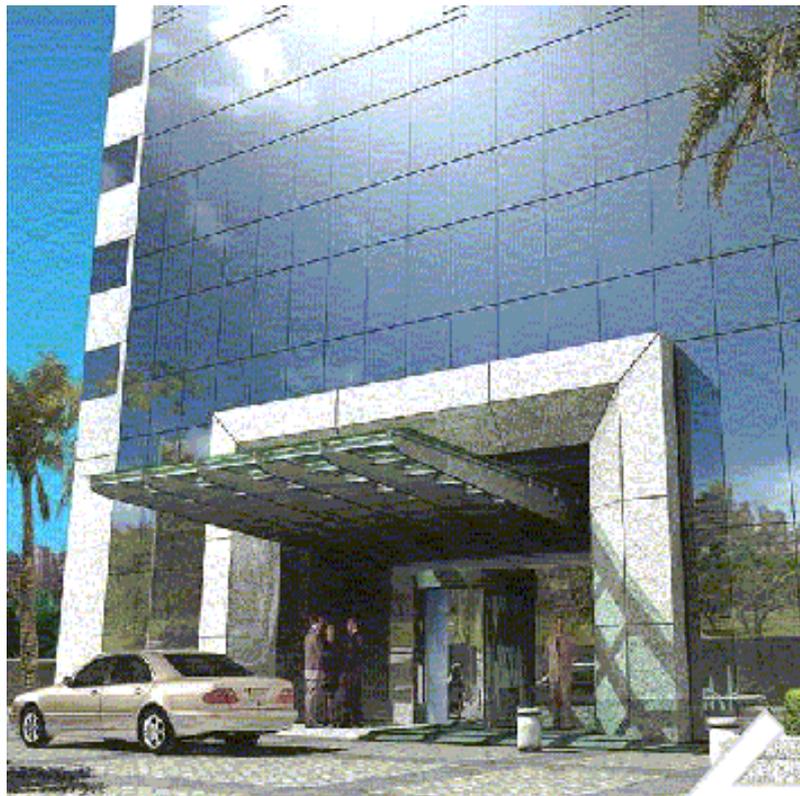


Figura 62 – Pórtico de entrada (ilustração)

No pavimento térreo, acontece o acesso para pedestres (ao nível da rua) e também o acesso do elevador que faz ligação com a garagem. Este, é separado do acesso aos demais pavimentos por questões de segurança. A entrada de pedestres acontece através de um acesso coberto, por uma porta giratória, que ajuda a manter climatizado o grande lobby (650m²) a que dá acesso, onde está localizada uma pequena recepção para identificação dos visitantes.



Foto 4 – Lobby do Edifício Carlos Gomes Center (2003)

A maior distância entre a fachada e o núcleo central é de 9,5m, e o pé-direito de cada piso é de 3,35m - considerando-se ainda que, dentro desta medida, são previstos piso elevado e forro rebaixado para a distribuição do cabeamento e demais instalações nos pavimentos tipo.

A subida das instalações pelos 14 andares da edificação acontece através do uso de um *shaft*, o que permite uma melhor organização e maior facilidade de acesso, no caso de manutenção ou modificações que se façam necessárias. Além disso, cada andar dispõe de uma *Sala de Automação*, para onde o cabeamento proveniente do *shaft* se dirige e de onde parte a distribuição do cabeamento para os equipamentos.

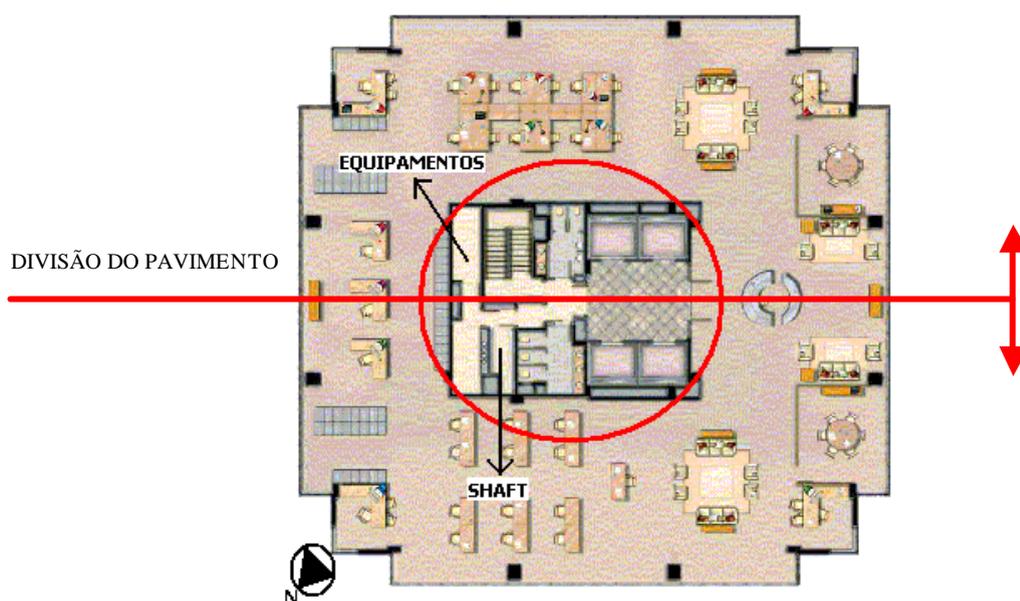


Figura 63 – Pavimento Tipo

Os elevadores são em número de quatro e se dividem na condução aos pavimentos pares e ímpares, e não há elevador de serviço. Cada pavimento contém também dois conjuntos de sanitários (masculino e feminino), com acesso independente dos escritórios, junto ao *hall* dos elevadores.

Caso se opte pela divisão do pavimento para locação, esta divisão se dará no sentido NE/SO, gerando um ambiente de “frente” e outro de “fundos”. Desta forma, os sanitários, assim como os demais espaços do bloco central da edificação serão compartilhados pelos dois escritórios. A edificação prevê, ainda, esperas de instalações hidráulicas junto de cada um dos pilares, para que sejam executadas novas instalações sanitárias (ou copas) no interior dos escritórios, de acordo com a necessidade para cada caso.

A configuração dos escritórios em volta de um bloco central gera insolação em todas as fachadas e, devido à diferença de intensidade de insolação em função das diferentes orientações, o sistema de condicionamento de ar funciona com 4 controles, gerando 4 zonas de controle independentes.

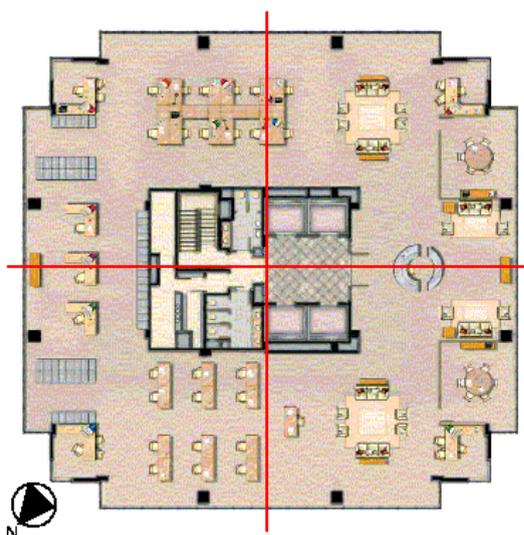


Figura 64 – Divisão dos controles de condicionamento de ar

O uso de forros falsos (termo-acústico) e piso elevado é a alternativa utilizada para facilitar a configuração dos espaços de acordo com as necessidades para cada escritório, além de facilitar, também, posteriores *retrofitings* devido à re-configurações de projeto.



Figura 65 –Pavimento Tipo (maquela eletrônica)

7.1.3. Sistemas Automatizados no Edifício Carlos Gomes Center

7.1.3.1. Cabeamento

O prédio dispõe de todas as instalações de cabeamento necessárias para automação dos escritórios, porém, o seu uso será definido individualmente, de acordo com a necessidade do locatário, sendo sua distribuição nos pavimentos feita sob o piso elevado.

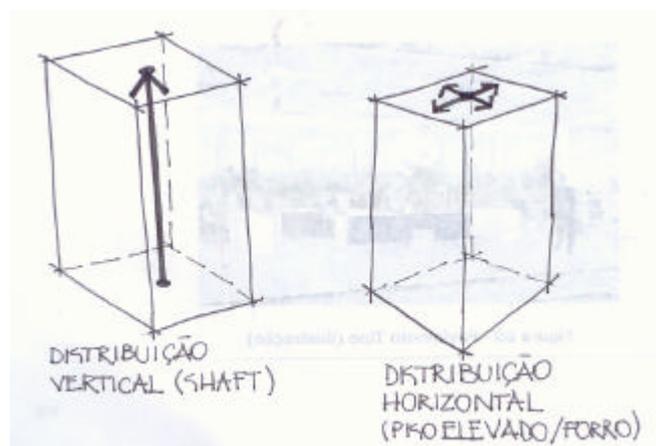


Figura 66 - Esquemas de distribuição do cabeamento

A distribuição entre os andares se dá através do uso de *shafts* em toda a altura da edificação para passagem e manutenção do cabeamento lógico (coaxial e óptico).



Foto 5 – Shafts (backbone)

Há tomadas para *plugs* tipo RJ45 nas áreas comuns, inclusive no *lobby* do térreo e *hall* dos pavimentos tipo, para incorporação de novos equipamentos que se façam necessários.

7.1.3.2. Segurança

A separação dos acessos é uma estratégia de segurança prevista em projeto. O acesso dos pavimentos de garagem leva apenas ao hall de entrada do edifício, enquanto que para os pavimentos tipo acontece através de outra circulação vertical, independente e controlada pelo sistema de segurança através de catracas liberadas por cartão magnético.



**Fotos 6A e 6B – Controle de acesso (cartão magnético)
e hall dos elevadores**

Há sensores de proximidade controlando todo o perímetro externo próximo da edificação, além de câmeras digitais, que fazem parte do sistema de CFTV, para monitoramento de todos os pavimentos (inclusive garagem).

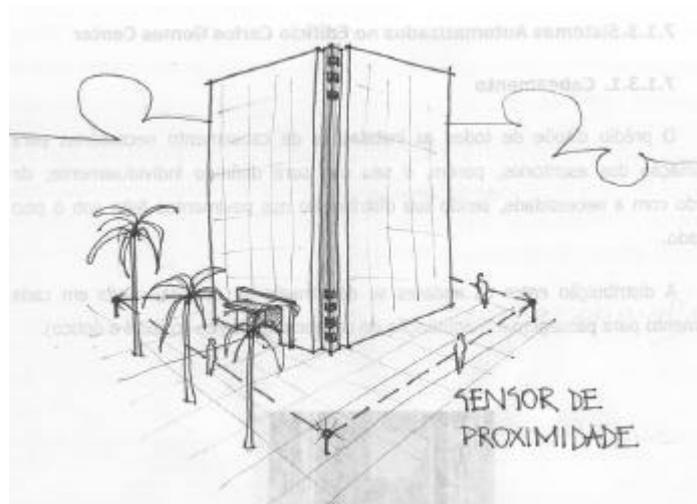


Figura 67 - Perímetro de abrangência do sensor de proximidade

As correspondências e encomendas são entregues ao pessoal da administração do condomínio – que faz a distribuição -, não sendo permitido o acesso de carteiros ou entregadores aos pavimentos tipo.



Foto 7 – Sala de segurança (CFTV)

7.1.3.3. Condicionamento térmico

O sistema de ar condicionado é central e de propriedade do condomínio, sendo o seu uso “locado” pelas empresas. Cada escritório paga, apenas, pela quantidade de energia elétrica consumida. Ele é independente dos demais sistemas (não interage), o que torna necessária a intervenção humana caso haja necessidade de corte do sistema devido a um sinistro, por exemplo, que deverá ser feito por algum funcionário responsável pela administração dos sistemas.

O retorno no AC acontece no perímetro de cada pavimento, auxiliando na retirada de calor da superfície do vidro. Esta solução, no entanto, não é a mais econômica em termos energéticos, pois exigirá grande quantidade de energia para dissipar o calor absorvido pela superfície.

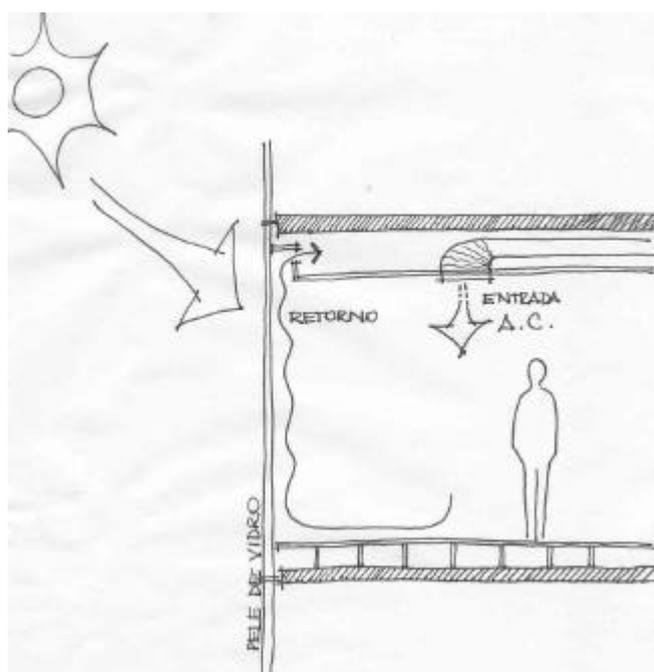


Figura 68 – Esquema do retorno do sistema de ar-condicionado

7.1.3.4. Energia elétrica

No caso de interrupção no fornecimento de energia, há um gerador principal que atende as áreas comuns da edificação. Além disso, há espaço (no subsolo)

destinado para que cada escritório possa instalar o seu próprio gerador.

O condomínio disponibiliza os serviços de manutenção e ampliação das instalações existentes, desde que realizados pelas empresas que participaram do empreendimento.

7.2. Procedimentos

O método usado foi o de aplicar um questionário aos usuários do Edifício Carlos Gomes Center. Esse questionário (ANEXO A.3) constou de 30 perguntas fechadas e 02 abertas. Da primeira parte se pôde obter o nível de satisfação dos usuários, através da escolha entre 5 alternativas (péssimo, ruim, regular, bom e ótimo) para cada um dos itens. As outras duas perguntas auxiliaram na interpretação a respeito da visão dos usuários sobre o conceito “Edifício Inteligente”.

7.2.1. Seleção dos ambientes representativos

O critério adotado para a seleção do ambiente representativo foi imposto pelo fato de apenas um andar do Ed. CGC estar sendo ocupado. A pesquisa foi, então, realizada com os usuários do 14º andar, atualmente ocupado pelo banco John Deere.

A configuração do andar é composta por salas individuais e coletivas, sendo que o questionário foi aplicado para usuários em ambas as situações.

Assim, em virtude da novidade do empreendimento, a posterior análise dos resultados obtidos se mostrou um pouco prejudicada em virtude do ainda pequeno número de usuários instalados na edificação, no período de desenvolvimento do trabalho.

De qualquer forma, esse tipo de análise se fez necessária para a pesquisa, e pôde então ser encarada em caráter exploratório da edificação.

7.2.2. Elaboração e aplicação do questionário

Muitos fatores determinam a produtividade de uma pessoa, assim como o seu *stress* e seu nível de satisfação (ou insatisfação) no trabalho. O ambiente físico

imediatos são cinco os principais aspectos do ambiente físico imediato que podem influenciar os ocupantes: som⁸⁴, temperatura, qualidade do ar, iluminação e a configuração física.

O questionário aplicado foi desenvolvido baseado nesses aspectos e no roteiro e modelo sugerido por ORSTEIN [1992], tendo por objetivo verificar como as pessoas usuárias desse produto, no caso o ambiente construído do Ed. Carlos Gomes Center, o percebem, o utilizam, como a ele se referem e qual o seu ponto de vista em relação a ele.

Para facilitar a aplicação e a interpretação das respostas, o tipo utilizado foi *estruturado*, com questões mistas de múltipla escolha, por meio da utilização de escala de valores (péssimo, ruim, regular, bom, e ótimo), e também questões objetivas.

Sua estrutura é dividida em 4 partes, sendo a primeira destinada à identificação do perfil do usuário; a segunda, referente a características do ambiente de trabalho; a terceira, a características do conjunto da edificação e a quarta, a opiniões pessoais a respeito do tema dos chamados *Edifícios Inteligentes*.

A definição das questões foi estabelecida procurando-se obter informações abrangentes a respeito de fatores que identificam a qualidade de uma edificação, não sendo focado apenas no perfil tecnológico da mesma – até porque, muitas vezes, este perfil de caráter mais técnico passa longe dos olhos do usuário comum.

Obteve-se, desta forma, o questionário definitivo (ANEXO A.3), aplicado na amostra de 10 usuários do edifício.

Vale destacar que contatos com usuários-chave também auxiliaram na obtenção de uma “noção geral” dos problemas mais relevantes do ponto de vista desses usuários.

⁸⁴ Entendemos que o som pode ser de dois tipos: desejável ou indesejável (chamaremos o som indesejável de “barulho”).

7.2.3. Organização e interpretação dos dados

Inicialmente foram agrupados os questionários para tabulação manual, reunindo as informações pelo número das questões, ilustradas individualmente, através de um gráfico representativo do percentual de indicações para cada valor atribuído. Assim, obteve-se o valor percentual para cada item da escala de valores.

Em seguida, optou-se pela atribuição de médias aritméticas para cada questão, de modo a identificar pontos críticos dentre as características pesquisadas. Para tanto, foram atribuídos intervalos de valores para item da escala (péssimo=0 a 2; ruim=2,1 a 4,0 regular=4,1 a 6,0; bom=6,1 a 8,0; ótimo=8,1 a 10,0). Tomando-se o valor médio de cada intervalo para fins de cálculo, foi possível a obtenção de médias aritméticas para cada questão, ilustradas no Gráfico 1 para visualização global do desempenho dos diversos itens do edifício.

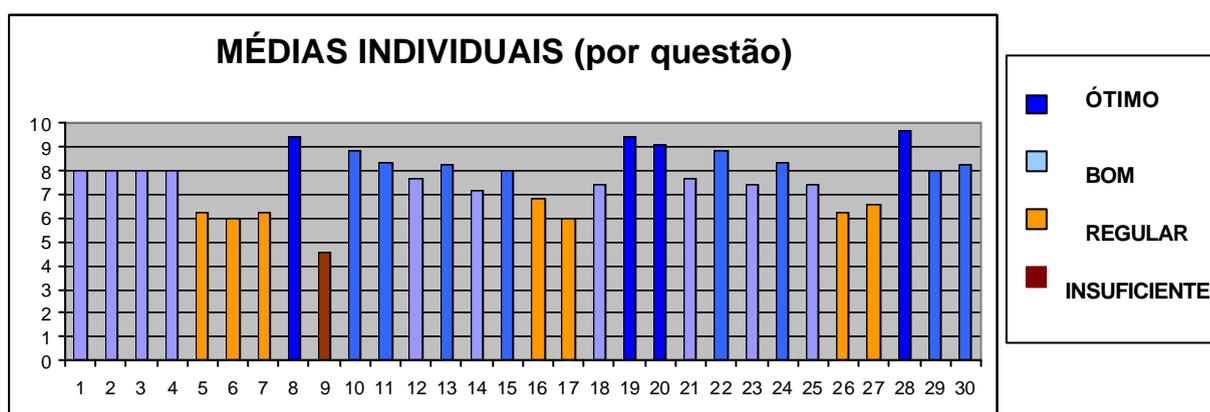


Gráfico 1 - Médias aritméticas dos resultados individuais

Esta etapa permitiu a identificação dos itens melhor e pior classificados, que foram destacados dos demais para uma análise mais aprofundada. O critério utilizado para a identificação desses itens foi o estabelecimento de uma média mínima aceitável de 5,5, merecendo mais atenção os itens que ficaram situados abaixo desta faixa (desempenho insuficiente), que é o caso da questão 6. Os itens com média aritmética resultante maior do que 8,0 também serão merecidamente analisados, por significarem pontos positivos da edificação, como é o caso das questões de número 8, 19, 20 e 28.

Optou-se por, também, destacar as questões 5, 6, 7, 16, 17, 25 e 27, que se situam na faixa acima do valor mínimo de 5,5, mas ainda encontram-se abaixo do valor 7,0, demonstrando que o desempenho desses itens ainda é considerado regular e poderia ser melhorado.

Temos, portanto, os seguintes itens para serem analisados:

Desempenho insuficiente (abaixo de 5,5):

- ◆ O nível de controle sobre o ambiente.

Desempenho regular (entre 5,5 e 7,0):

- ◆ A incidência de luz solar no plano de trabalho;
- ◆ As condições de conforto térmico (no ambiente de trabalho e no conjunto da edificação);
- ◆ O nível de ruído interno no ambiente de trabalho;
- ◆ A sinalização interna do edifício;
- ◆ As instalações hidro-sanitárias.

Desempenho ótimo:

- ◆ nível de ruído externo (no ambiente de trabalho e no conjunto da edificação);
- ◆ Os elevadores (quantidade, capacidade, localização, tempo de espera);
- ◆ A aparência externa do edifício.

As questões de número 31 e 32 não foram tabuladas, servindo apenas de referência a respeito da opinião individual dos usuários sobre o tema dos chamados *Edifícios Inteligentes* e sua visão a respeito da relação entre esse conceito e o Edifício Carlos Gomes Center.

7.2.3.5. Análise das questões destacadas

QUESTÃO 5 - A incidência de luz solar no plano de trabalho (desempenho regular)

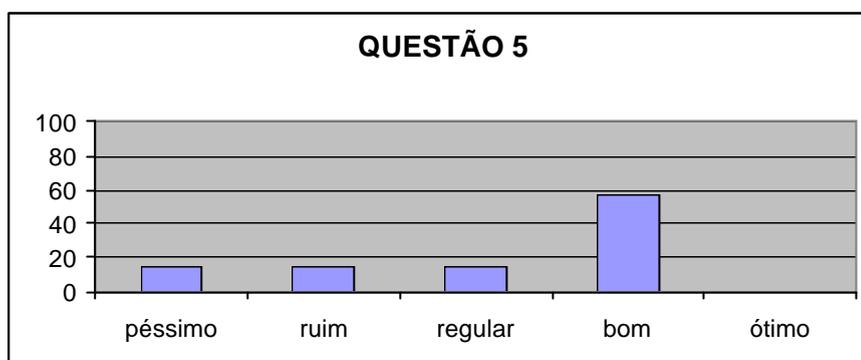


Gráfico 2 – Análise individual (Questão 5)

A iluminação tende a afetar mais as condições de trabalho quando é insuficiente ou quando está posicionada incorretamente. Muitas vezes, no entanto, o que acontece é um desperdício de energia por manter a iluminação artificial acesa quando apenas a iluminação natural já seria suficiente, ou por manter níveis de iluminação elevados em locais que necessitam de pouca iluminação para o desenvolvimento das tarefas. Além disso, o acesso à iluminação natural em locais e quantidades adequadas tem importância psicológica para os usuários.

No resultado do questionário, o problema de incidência indesejável de luz solar no plano de trabalho teve uma amplitude bastante grande, com respostas variando de péssimo a bom. Uma pergunta no cabeçalho do questionário, porém, permitiu identificar que as respostas possuem relação direta com a localização do ambiente de trabalho do usuário, sendo que a insatisfação é maior naqueles usuários que desenvolvem seu trabalho na área da edificação localizada mais próxima do seu perímetro externo (1 a 3 metros), sendo esta uma consequência do uso de fechamento tipo *pele de vidro*. Curiosamente, cabe notar que a Questão 4, referente as condições de iluminação natural do ambiente foram satisfatórias.

O tipo de tarefa visual sendo executada é fator essencial para determinação de um projeto luminotécnico adequado e seguro⁸⁵. Ainda, em relação ao já comentado problema da *Sick Buildings Syndrome* é importante lembrar que uma iluminação inadequada, quando experimentada repetidamente, pode acelerar ou mesmo provocar problemas de visão no futuro e que, com a idade, a acuidade visual diminui, exigindo mais iluminação para a realização das tarefas.

QUESTÃO 6 - As condições de conforto térmico no ambiente de trabalho (desempenho regular)

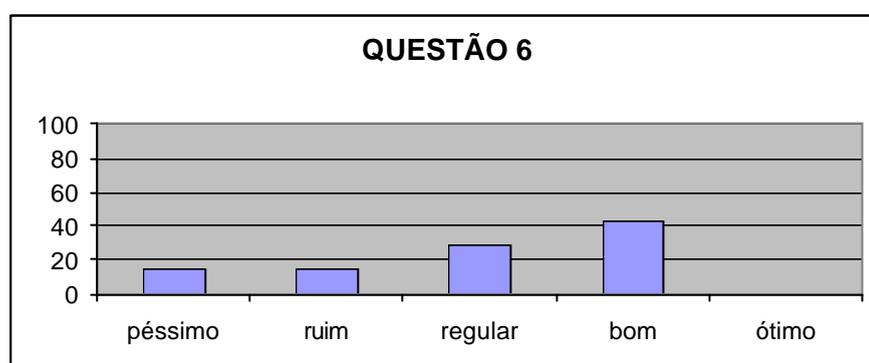


Gráfico 3 - Análise individual (Questão 6)

O **calor e o frio** também podem influenciar o comportamento, a concentração e a produtividade dos usuários. Quanto aos seus efeitos, podemos dizer que dependem do tipo de tarefa que está sendo realizada, a quantidade de roupa que o usuário está vestindo, e a duração do tempo em que o usuário se encontra exposto a temperaturas efetivas altas ou baixas.⁸⁶ Muitas vezes o usuário pode controlar suas sensações térmicas através de ajustes no próprio vestuário, mas em temperaturas extremas, esta possibilidade pode não ser suficiente.

Em termos gerais, o controle da temperatura efetiva é influenciado pelo grau de umidade relativa do ar. No inverno é importante que este não fique abaixo de 30%, e no verão ele pode oscilar entre 40% a 60%. Níveis abaixo disto oferecem risco de desidratação nas vias aéreas superiores.

⁸⁵ No que concerne à qualidade da iluminação, fatores como idade e acuidade visual também influenciam na sua percepção.

⁸⁶ A temperatura efetiva inclui a umidade relativa do ar e o movimento do ar, além da temperatura em si.

Isso significa que, em localidades com graus de UR naturalmente baixos o uso de equipamentos de ar condicionado pode representar risco à saúde dos usuários, pois ocorre a desumidificação do ar interno.

No caso de Porto Alegre, que possui um alto grau de UR, isso não seria um problema, mas é importante se esclarecer que o conforto nos dias quentes de verão pode ser resolvido com uma ventilação natural cruzada bem planejada, evitando o gasto energético que um aparelho de ar condicionado poderia representar.

A **qualidade do ar** é importante também não apenas para o conforto, mas para a manutenção da saúde dos usuários da edificação. No caso do Ed. CGC, o perímetro é constituído de painéis de vidro fixos, que impedem a ventilação natural, criando um ambiente interno hermético. A tarefa de circulação e substituição do ar é assumida, então, por equipamentos mecânicos que dependem de uma manutenção apropriada para evitar mau funcionamento.

A não manutenção destes equipamentos pode colocar em sérios riscos os usuários, causando mal-estar ou mesmo doenças mais sérias provocadas por microorganismos ou agentes tóxicos encontrados dentro dos equipamentos e dutos carentes de uma limpeza periódica adequada. Tal situação é enquadrada na Síndrome dos Edifícios Doentes (*Sick Buildings Syndrome*), quando a edificação provoca, de alguma forma, condições que causam problemas de saúde aos usuários. E não apenas os sistemas de ar-condicionado são os causadores desta Síndrome, mas substâncias liberadas pelos próprios materiais utilizados na construção, ou mesmo pelo maquinário utilizado no escritório.

Além disso, a velocidade do ar que circula dentro do ambiente e o volume de renovação deste também são fatores importantes a serem considerados para proporcionar condições de trabalho adequadas.

Assim, o comportamento do gráfico desta questão demonstra uma grande semelhança de resultados se comparado com a Questão 5 (incidência de luz solar no plano de trabalho) - isso porque o elemento causador de ambos os problemas é o mesmo. O sol que incide na fachada e penetra pelo vidro, além de causar

desconforto visual no plano de trabalho para o desenvolvimento das tarefas, também é o responsável pela passagem de ondas de calor para dentro da edificação, e esta energia possui maior influência para o conforto térmico dos usuários que trabalham próximos da fachada envidraçada.

QUESTÃO 7 – O nível de ruído interno no ambiente de trabalho (desempenho regular)

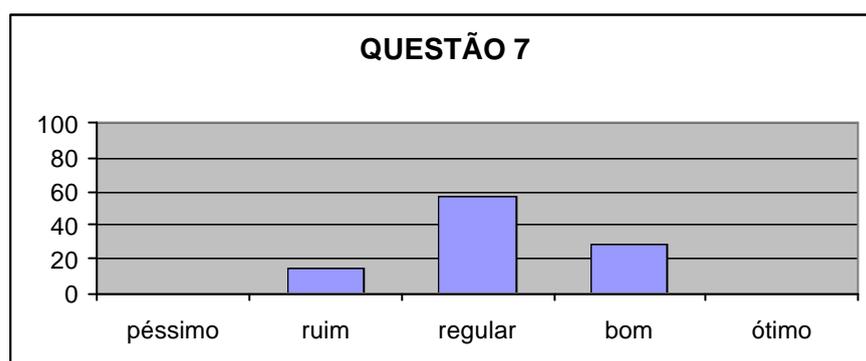


Gráfico 4 - Análise individual (Questão 7)

A configuração física também tem influência sobre os usuários nesse aspecto, embora a Questão 02, que tratava da opinião sobre o *layout* do ambiente de trabalho tenha obtido resultado satisfatório. A privacidade (ou a falta dela), na maioria das vezes é proporcionada pela configuração espacial do escritório.

Segundo GIFFORD [1996], o barulho em escritórios pode afetar o comportamento interpessoal, desde simples impressões a respeito dos demais usuários, até julgamentos a seu respeito, além de aumentar a fadiga dos usuários, causando-lhes dor-de-cabeça e *stress* e, ainda, prejudicar a produtividade - sendo responsável até mesmo por percepções a respeito da hierarquia de cada funcionário e estímulo a faltas e demissões.

Uma configuração aberta - tal como a do escritório em estudo - pode facilitar a comunicação mas, ao mesmo tempo, proporciona o aumento de interferências sonoras indesejadas.

Assim, o resultado desta questão deve corresponder aos problemas enfrentados pelos escritórios do tipo *open-plan* (configuração aberta), por serem deficientes na privacidade e no isolamento acústico. Mas, é importante levar em consideração que a percepção do usuário a respeito do nível de ruído depende também da tarefa que está sendo realizada, além de níveis de tolerância específica de cada indivíduo e do tipo de som.

QUESTÃO 8 – O nível de ruído externo no ambiente de trabalho (desempenho ótimo)

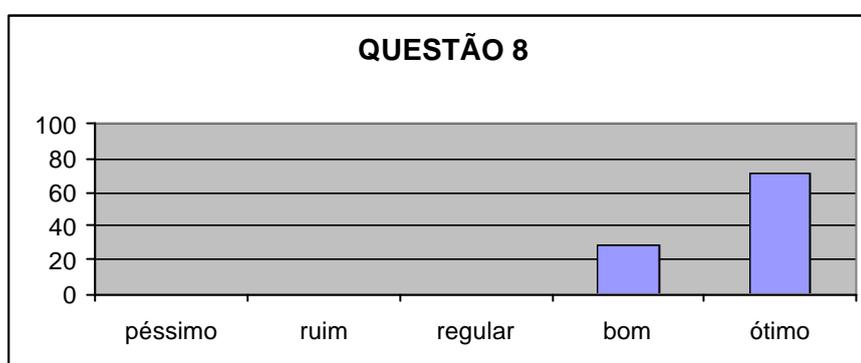


Gráfico 5 - Análise individual (Questão 8)

Este é um dos resultados que demonstra um dos (poucos) pontos positivos gerados pela opção arquitetônica de se construir um edifício hermético, climatizado artificialmente, eliminando totalmente o uso de janelas. Esta preocupação em se evitar qualquer entrada de ar – a não ser pelos dutos de ventilação - é o que barra também o ruído externo (vale lembrar que o prédio está localizado a 50 metros de uma avenida de fluxo intenso de carros). Neste sentido, consegue-se obter um ambiente em que o nível de ruído externo no ambiente de trabalho é baixo, proporcionando boas condições de concentração e comunicação para os usuários.

Essa mesma opção, no entanto, também é responsável por problemas como desconforto térmico e visual, além de tornar a edificação uma grande consumidora de energia e de torná-la mais suscetível à Síndrome dos Edifícios Doentes.

QUESTÃO 9 – O nível de controle sobre o ambiente (desempenho insuficiente)

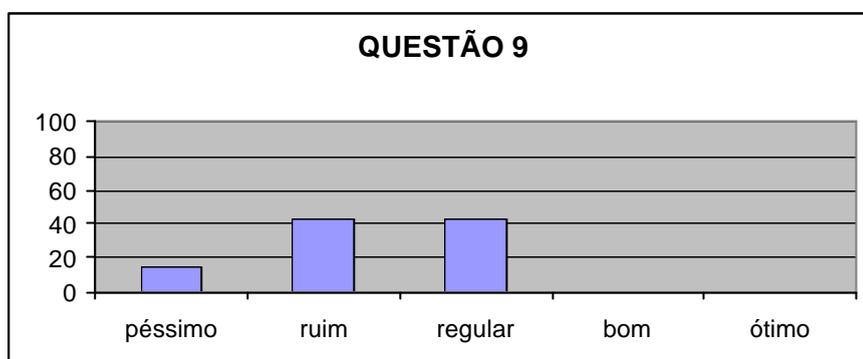


Gráfico 6 - Análise individual (Questão 9)

O resultado desta questão demonstra a consciência em relação à falta de controle individual sobre o ambiente de trabalho, influenciada pelo fato de elementos como iluminação e temperatura serem automatizados. A satisfação ou a insatisfação dos usuários a respeito deste aspecto é mais difícil de ser identificada através do resultado do questionário aplicado.

De qualquer modo, a necessidade do usuário em se adaptar às condições do ambiente (ao invés do ambiente ser adaptado de acordo com as necessidades individuais) pode ser motivo de insatisfação em relação à edificação.

QUESTÃO 16 - A incidência de luz solar no conjunto da edificação (desempenho regular)

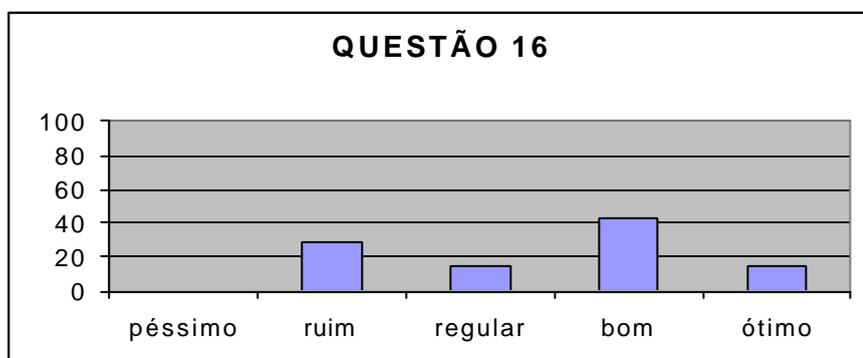


Gráfico 7 - Análise individual (Questão 16)

A amplitude nas respostas dadas para esta questão pode demonstrar uma

diversidade de opiniões (subjetividade) dos usuários em relação ao índice ideal de incidência de luz solar e dificulta um diagnóstico mais preciso. É importante também salientar que se trata de locais de passagem, onde o usuário permanece por pouco tempo, sendo que problemas de falta ou excesso de luz solar podem até ser percebidos, mas não chegam a condicionar a atividade dos usuários nesses locais.

QUESTÃO 17 - As condições de conforto térmico no conjunto da edificação (desempenho regular)

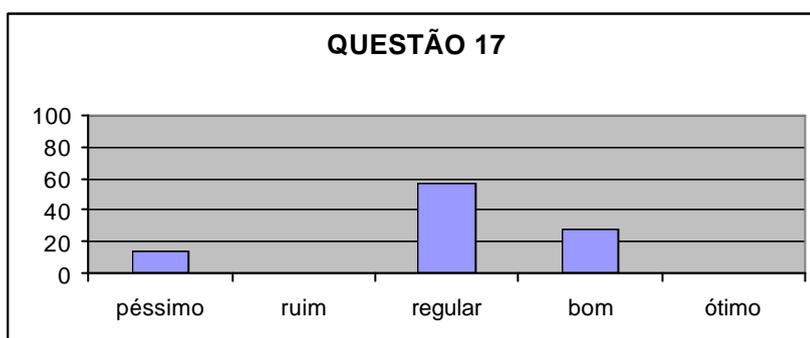


Gráfico 8 - Análise individual (Questão 17)

A análise dessa questão volta a demonstrar um problema já percebido na análise da Questão 6, e que é resultado da opção pelo fechamento tipo pele de vidro em toda a edificação, permitido ganhos térmicos que prejudicam seu desempenho como um todo. Também na Questão 16, o usuário está respondendo por suas impressões de um ambiente em que permanece por pouco tempo.

QUESTÃO 19 - O nível de ruído externo no conjunto da edificação (desempenho ótimo)

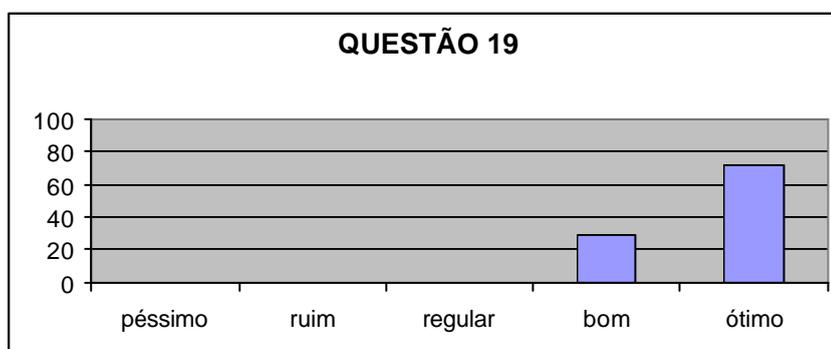


Gráfico 9 - Análise individual (Questão 19)

A mesma análise feita para a Questão 8 pode ser feita neste caso, já que os resultados são semelhantes e influenciados pelos mesmos fatores.

QUESTÃO 20 - Os elevadores: quantidade, capacidade, localização, tempo de espera (desempenho ótimo)

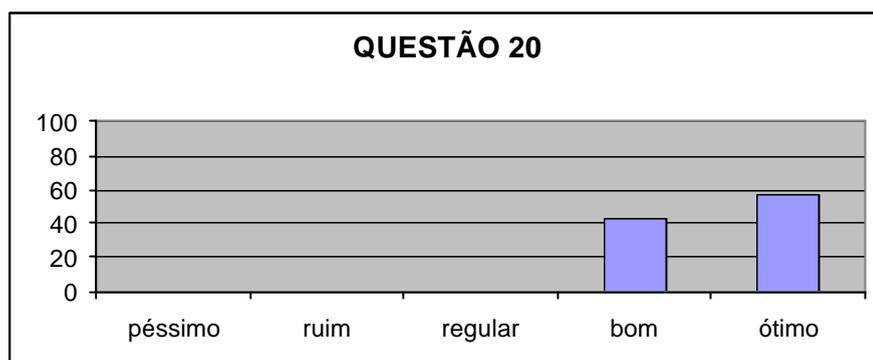


Gráfico 10 - Análise individual (Questão 20)

O resultado deste item foi satisfatório, mas pode ser considerado situacional, já que apenas um dos andares da edificação encontra-se em uso, o que significa que ela está operando com apenas cerca de 7,15% de sua capacidade total. Isso dificulta a análise, já que esta situação certamente interfere no posicionamento dos usuários quanto à quantidade e tempo de espera. Qualquer análise sobre este item só teria valor real com o edifício operando próximo de sua capacidade total.

QUESTÃO 25 - A sinalização interna do edifício (desempenho regular)

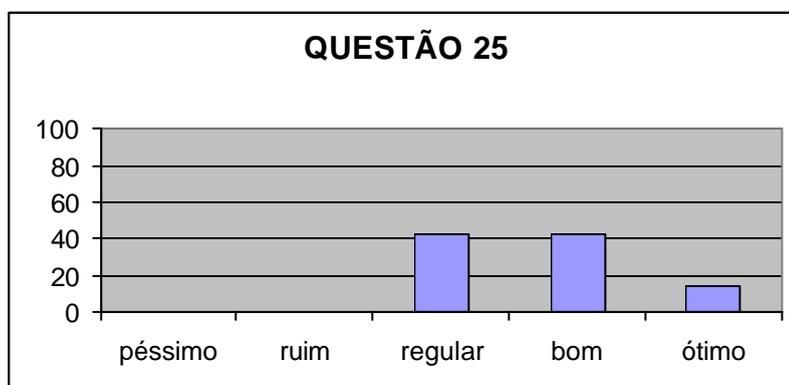


Gráfico 11 - Análise individual (Questão 25)

A edificação realmente possui poucos elementos de sinalização interna (não prescindindo da sinalização de emergência básica exigida por norma). No entanto, isto faz parte do conceito da edificação, já que não existe a intenção de que pessoas desconhecidas circulem pela mesma.

No *lobby* o visitante deve dirigir-se primeiramente ao recepcionista, que o instruirá sobre o seu deslocamento no interior da edificação após fornecer um crachá temporário que permitirá seu acesso ao andar desejado. Quanto aos usuários, supõe-se que já conheçam a localização dos ambientes de que farão uso. Além disso, as circulações são compactas, constituídas apenas de um pequeno hall em cada pavimento – que facilita a leitura dos espaços.

QUESTÃO 27 - As instalações hidro-sanitárias (desempenho insuficiente)

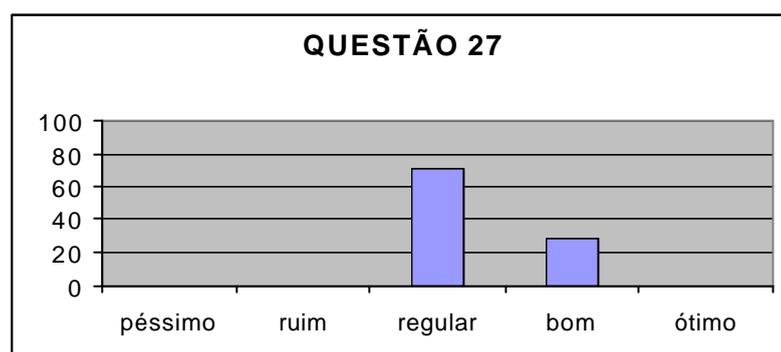


Gráfico 12 - Análise individual (Questão 27)

Em relação às instalações hidrossanitárias, a insatisfação se dá, em parte, pelo fato de elas se encontrarem fora dos ambientes do escritório (e por isto distantes dos locais de trabalho). E também por constrangimentos causados por seu *layout* interno (conforme relato de um dos usuários, que considera inadequado o desenho das divisórias leves entre os sanitários).

QUESTÃO 28 – A aparência externa da edificação (desempenho ótimo)

O resultado deste item é interessante, pois comprova a aceitação que esta tipologia arquitetônica tem pelo público leigo em geral, mostrando um dos motivos

que leva as incorporadoras a continuar insistindo na sua disseminação ainda nos dias de hoje. Além disto, mostra como este público não consegue relacionar os problemas que eles mesmo relatam em relação ao conforto da edificação com a linguagem utilizada, entendida por eles como *moderna*.

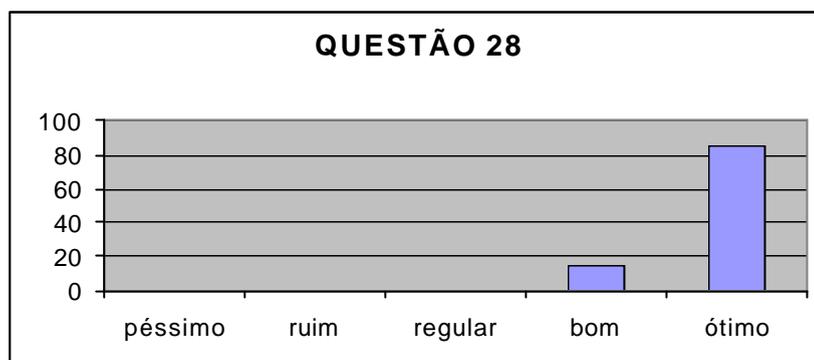


Gráfico 13 – Análise individual (Questão 28)

7.2.3.6. Impressões dos usuários do Edifício Carlos Gomes Center (Questões 31 e 32)

O resultado global do questionário aplicado apresenta uma opinião paradoxal dos usuários em relação ao Carlos Gomes Center. Ao mesmo tempo em que esses acreditam estar trabalhando em um *Edifício Inteligente*, eles demonstram insatisfação quanto a fatores que devem (ou pelo menos deveriam) ser bem solucionados em um edifício verdadeiramente inteligente.

Alguns dos problemas relatados pelos usuários do Ed. Carlos Gomes Center são os mesmos encontrados em edificações da mesma tipologia arquitetônica que não dispõem de sistemas automatizados, parecendo apenas ser amenizados pela automação.

É interessante o fato de que, na questão de número 31 do questionário aplicado, em que se questiona a opinião pessoal a respeito de características que tornam um edifício *inteligente*, alguns usuários demonstraram entender que um *Edifício Inteligente* deve possuir preocupações em relação à otimização do uso de recursos, como, por exemplo, energia. Esta consciência, porém, é bastante limitada,

pois para eles a otimização é atendida na edificação pela simples existência de equipamentos de automação como sensores de presença.

A grande maioria segue este pensamento ao citar como características de um *Edifício Inteligente* a incorporação de tecnologias de automação (automação do sistema de ar-condicionado, de incêndio, da iluminação, da irrigação dos jardins, do controle de acesso, etc.) .

Quando perguntados, na questão 32, sobre quais as características existentes no Ed. Carlos Gomes Center que o classificariam como um *Edifício Inteligente*, em geral, foram repetidas as características citadas na questão anterior, comprovando a relação (ou confusão) que o público em geral faz entre inteligência predial, automação e tecnologia.

E, embora algumas insatisfações tenham sido demonstradas em respostas a perguntas específicas, a classificação do ambiente de trabalho foi considerada boa pela maioria dos entrevistados, demonstrando a adaptação forçada dos usuários ao ambiente.

7.2.4. Considerações sobre a edificação

A aspiração internacional da Arquitetura Moderna reduziu a arquitetura (em termos gerais) a soluções reproduzidas em série, sem caráter, onde os fatores individualidade e identidade são ignorados. Esta falta de identidade, que nega toda e qualquer relação com o passado arquitetônico ou com o entorno, fez a arquitetura se reduzir a uma mera criação de protótipos. Protótipos estes que, possuindo a noção de “tipo ideal” – derivada de leis de produção dos países avançados – tornaram-se a base de um “Método Internacional” (*International Style*), que foi rapidamente aceito como a solução para a imagem que a *nova arquitetura* deveria possuir, refletindo o *Zeitgeist* (espírito dos tempos).

O Edifício Carlos Gomes Center, mesmo tendo sido projetado mais de meio século após a origem e difusão destes conceitos, notadamente segue seus princípios. Não se pode negar sua relação tipológica, plástica, técnica e funcional

com os arranha-céus transparentes desenhados por Mies e Johnson, o que demonstra que a noção de “modernidade” para edifícios comerciais ainda nos dias de hoje, continua vinculada a conceitos arquitetônicos já ultrapassados.

Essa redução a soluções reproduzíveis é a principal causadora da repetição visual e do cenário urbano monótono com que nos deparamos, atualmente, em capitais cosmopolitas, como Porto Alegre.

Além disso, outro resquício modernista também tem sua influência sobre esta situação: a separação urbana funcional – estimulada pelos planos de desenvolvimento urbano - que concentra edifícios comerciais em bairros ou “centros” específicos, como é o caso da zona que margeia a Avenida Carlos Gomes, onde se situa o CGC, conhecida como o “centro de negócios de Porto Alegre” (talvez uma aspirante à Avenida Paulista ou Berrini, em São Paulo, ou a 5th Avenue, em Nova York).



Figuras 69A e 68B - Plaza Centenário (Robocop) e Birman 31 - São Paulo

Isso deve explicar – embora não justifique – a perda de identidade que pode ser verificada especialmente nas grandes cidades. Edificações como o CGC podem ser encontradas em vários outros lugares do Brasil e do mundo, desprovidas de qualquer característica local (das quais elas parecem estar cada vez mais distantes).

E para se confirmar isso não é preciso nem mesmo ir tão longe, pois na própria Av. Carlos Gomes outras edificações similares compartilham das mesmas características (tipológicas, volumétricas e de materiais) do CGC e criam um ambiente visualmente monótono.

Para MONTANER [1997b], esta similaridade entre as edificações leva à perda da monumentalidade. Segundo o autor, “o pensamento moderno, com sua insistência na reprodutibilidade, converteu a arquitetura em desenho de protótipos. Se a arquitetura se reduz a soluções reproduzíveis em série, nega-se à possibilidade de monumento. Quer dizer, aquela peça, singular e não-repetível, que é monumento, por ser distinta das demais, nunca poderá sê-lo enquanto predomine o mecanismo de fazer com que os edifícios públicos sejam repetíveis e similares. O monumento, vulgarizado e inserido em um entorno que só tenha artefatos similares, deixa de sê-lo.”⁸⁷

Ironicamente, cria-se um paradoxo, pois é a própria intenção de valorizar comercialmente a edificação que tem conduzido o mercado imobiliário à utilização de uma linguagem “moderna”, mas que acaba sem efeito em meio a tanta repetição.

É preciso ressaltar que, muitas questões de cunho ambiental já foram levantadas e discutidas a respeito da opção de se projetar “caixas de vidro” em nosso clima. Sem dúvida, a vista de 360° que a edificação oferece da cidade de Porto Alegre é fantástica. Mas, a entrada tanto de frio como de calor e a rápida variação de temperatura durante o dia é intensificada com o uso do vidro como envolvente. Além disso, esta rápida variação resulta na necessidade de cargas e instalações de condicionamento térmico maiores para compensá-la, gerando custos extras. No escritório em que o questionário foi aplicado (14° andar), o ar condicionado fica ligado durante todo o período de expediente para corrigir e tornar a temperatura interna adequada à necessidade dos usuários, sabendo-se que seu ajuste tomou um período de cerca de um ano de experimentação até atingir a configuração em que se encontra atualmente.

⁸⁷ MONTANER [1997b], p. 96.

No que diz respeito à iluminação, outras medidas também se fazem necessárias devido ao uso do vidro. Sistemas ou elementos especiais tornam-se indispensáveis para corrigir e controlar a entrada excessiva de luminosidade, evitar refletâncias e ofuscamento, aumentando os gastos com equipamentos e manutenção. Esse problema pode ser rapidamente percebido ao se entrar no escritório analisado, pois se encontrarão persianas abaixadas para proteger da entrada excessiva de luminosidade, ao mesmo tempo em que a iluminação artificial deverá estar permanentemente ligada. E, mesmo quando as persianas não se encontram fechadas, o uso constante de iluminação artificial se faz necessário para evitar contrastes excessivos entre a grande área envidraçada (todo o perímetro) e o interior da planta.

Muito embora os vidros utilizados sejam de alta performance, eles apenas amenizam os problemas, sem eliminá-los. Isso sem falar na manutenção constante que o material requer e nos gastos com a importação do material (proveniente da Bélgica).

Deve-se lembrar que o uso generalizado de materiais não renováveis, como os metais das placas que constituem as fachadas, completam este cenário de desperdício, principalmente porque, assim como o vidro, seu uso na envolvente da edificação aumenta drasticamente o consumo energético necessário para manter os ambientes em temperaturas agradáveis.

É importante salientar, ainda, que os vidros utilizados possuem uma excelente definição de cores, diferente dos vidros com película – que costumam ser as mais utilizadas nestes casos - mas que distorcem as cores e diminuem a transparência.

Existem, sim, pesquisas tecnológicas no sentido de melhorar ainda mais a natureza desses materiais para seu uso na arquitetura. É o caso do desenvolvimento desses vidros especiais, que impedem a entrada de determinados raios solares, sem prejudicar sua transparência, e que certamente são um avanço em relação às primeiras lâminas utilizadas, mas que, ainda assim não apresentam qualidades

suficientes para justificar seu uso indiscriminado. Além disto, não há como uma edificação envolta em vidro (por mais especial que seja) não carecer de equipamentos artificiais de climatização para torná-lo habitável em todas as estações do ano, em um clima como o de Porto Alegre.

A inclusão de sistemas tecnológicos sofisticados no CGC vem para compensar esses problemas de identidade da edificação ou de soluções de partido mal resolvidas. No primeiro caso, pode-se verificar que a tecnologia é encarada como o principal (e talvez único) diferencial da edificação. É ela que adiciona valor (aumenta o seu valor de venda e, conseqüentemente, o lucro) a esse projeto arquitetônico verdadeiramente deficiente, e que chama a atenção de possíveis locatários no mercado imobiliário. Já em relação às soluções de projeto, a tecnologia está visivelmente preenchendo as lacunas que não foram atingidas em “prancheta”, deixando de ser um adicional, para ser a solução.

Assim, pode-se concluir que, conforme as palavras de PORTOGHESI [1985], a arquitetura moderna, que combatia o desperdício inútil de decorações artificiais impostas pelo gosto eclético do século XVIII, transformou-se numa arquitetura do esbanjamento energético, em um gigantesco consumo dos recursos limitados existentes na terra⁸⁸.

⁸⁸ PORTOGHESI [1985], op. cit., p. 28.

CAPÍTULO 8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1. Relação do usuário com a automação

Esta é a preocupação primordial para o desenvolvimento de um projeto de automação: o usuário – a(s) pessoa(s) a quem ele se destina. No caso da automação predial, muitas vezes não se sabe qual o perfil das pessoas que ocuparão aquele espaço - o que leva o projetista a trabalhar com um projeto padronizado, já que podem ser instalados, em uma mesma edificação escritórios com necessidades diferenciadas. Por isso, geralmente estes empreendimentos chegam apenas até o nível de cabeamento, para que a configuração dos equipamentos seja feita posteriormente, de acordo com a necessidade de cada escritório.

Já para a automação residencial, o projeto deve ser extremamente voltado para as necessidades específicas dos moradores daquela residência, de acordo com seu estilo de vida e preferências (sobre as possibilidades de ampliação e modificações no sistema, já comentamos no subcapítulo 5.10).

Além disso, aspectos psicológicos podem influenciar na aceitação destas tecnologias pelo usuário, em função do desconhecimento ou acomodação em relação a elas. Mas, para que as facilidades sejam exploradas ao máximo, é importante que

a mentalidade do usuário acompanhe as evoluções e incorporações tecnológicas, assim como exista uma racionalidade sobre o seu uso e uma preocupação por parte dos fabricantes em facilitar esta interação.

Muitas vezes, esta relutância ocorre devido à impressão de perda de controle da situação que a automação pode proporcionar. Por isso, é importante que, em primeiro lugar, busquem-se soluções passivas para os condicionantes. E, apenas nos casos em que esta alternativa não é possível, ou quando as vantagens da automação sejam clara e racionalmente superiores, opte-se pelo uso destas tecnologias. Ainda assim, é necessário que o usuário possa intervir no ambiente a qualquer momento, e que esta possibilidade fique bem clara para ele.

Também é imprescindível que a interface dos *softwares* seja de fácil compreensão e simples operação, pois muitas vezes o usuário é o próprio gestor do sistema, sendo indicado também, o fornecimento de um treinamento adequado, pela empresa prestadora dos serviços, para os usuários, quanto à sua utilização.

8.2. O papel do arquiteto

A complexidade de todos os aspectos relacionados a determinadas soluções automatizadas - associadas à necessidade de garantir um bom funcionamento dos sistemas - deu origem a uma nova categoria profissional.

Nos EUA, ainda em 1980, foi criada a *International Facility Management Association* (IFMA)⁸⁹, que reconheceu a profissão dos *Facility Managers* (*Administradores de Facilidades – Administradores Prediais*). Tal atividade foi originada pela necessidade de manutenção dos edifícios e é mais voltada para sua administração em termos gerais.

No Brasil, o termo que vêm sendo mais utilizado em respeito à automação é o de *integrador de sistemas*, e na sua grande maioria, este papel vêm sendo desempenhado por engenheiros eletrônicos. Sua tarefa é a de dar suporte e

⁸⁹ <http://www.ifma.org>

potencializar as atividades através da utilização ótima dos recursos disponíveis. A AURESIDE⁹⁰ apresenta a seguinte definição para tal profissional: “[...] o profissional que elabora o projeto integrado, acompanha a execução da obra, participa da contratação dos terceiros envolvidos, supervisiona a instalação e garante o desempenho final do sistema integrado”.⁹¹

O que vem acontecendo, na realidade, é que esses profissionais – conhecedores dos equipamentos disponíveis no mercado e das possibilidades que estes oferecem, acabam por ser os mesmos que definem o projeto de automação. De fato, seu conhecimento a respeito desses equipamentos os torna os profissionais mais capacitados para que seu uso seja feito da melhor maneira possível. Mas deve existir uma estreita relação entre a definição do projeto de automação e o projeto arquitetônico para que seja alcançado um nível ótimo de automação. Ocorre que, muitas vezes, o profissional responsável pelo projeto de automação desconhece fatores fundamentais da concepção arquitetônica, elaborando seu projeto sem a relação essencial que deve haver entre arquitetura e automação.

Em contrapartida, para um arquiteto – conhecedor de cada detalhe da concepção arquitetônica por ele criada - talvez falem certos conhecimentos técnicos mais aprofundados sobre os equipamentos e suas possibilidades, e que também pode deixar a desejar na relação arquitetura automação.

O que acontece (intencionalmente ou não) é que, já há algum tempo, os arquitetos perderam o controle da arquitetura, entregando a responsabilidade do controle ambiental no ambiente construído para outros profissionais (engenheiros, especialistas, consultores). Não obstante, muitas, das hoje, inúmeras escolas de arquitetura, têm formado profissionais com este perfil – negligente -, em que muitas vezes o profissional recém formado sabe sequer quais são as suas atribuições como profissional da arquitetura.

⁹⁰ Entidade que reúne profissionais e empresas ligadas ao ramo da automação residencial.

⁹¹ <http://www.aureside.org.br>

De qualquer forma, o arquiteto deve estar em constante aprimoramento, ciente das novas tecnologias disponíveis, de modo a ser capaz de atender às necessidades e aspirações de seus clientes. Conforme VENTURI [1995], "o principal trabalho do arquiteto é a organização de um todo único através de partes convencionais e a judiciosa introdução de novas partes, quando as antigas não bastarem".⁹² Além disto, ele deve possuir um posicionamento ético e profissional que o leve a considerar aspectos energéticos, projetando edifícios a favor do meio ambiente e aproveitando suas potencialidades, sem agredi-lo.

Um passo importante nesse sentido acredita-se tenha sido dado, quando, no Congresso Mundial de Arquitetos de 1993, a União Internacional dos Arquitetos, juntamente com o Instituto dos Arquitetos dos Estados Unidos, adotou a "Declaração de Interdependência para um Futuro Sustentável", através da qual se reconhece:

- A degradação ambiental, estimulando a restauração, preservação e estímulo à natureza e cultura;
- A interdependência com o meio ambiente e entre toda a humanidade;
- A importância do ambiente construído no impacto ambiental e qualidade de vida, estimulando atividades sustentáveis para redução desse impacto.

Além disto, documento, que na ocasião foi assinado por mais de 3000 participantes, compromete esses profissionais a:

- Introduzir a sustentabilidade nas práticas e responsabilidades profissionais;
- Desenvolver e melhorar práticas, procedimentos, produtos, serviços e padrões que permitam a implementação do desenho sustentável;
- Promover a educação dos colegas de profissão, indústria, clientes, alunos e público em geral sobre a importância do desenho sustentável;

⁹² VENTURI [1995], op. cit., p. 24.

- Estabelecer políticas, regulamentações e práticas para garantir a prática sustentável;
- Trazer elementos existentes e futuros para padrões de desenho sustentável.

Assim, através desse documento, reconhece-se a responsabilidade individual, colocando a sustentabilidade social e ambiental como sendo o centro da atividade profissional e prática.

8.3. Perspectivas de mercado para Edifícios Automatizados

A indústria promove dispendiosas pesquisas industriais e eletrônicas mas nenhum experimento arquitetônico, e o governo federal direciona os subsídios para o transporte aéreo, comunicações e gigantescos empreendimentos ligados à indústria bélica ou, como eles dizem, à segurança nacional, em vez de destinar recursos para aquelas forças que promovem diretamente o bem-estar e a valorização da vida. O arquiteto deve admitir isso. Em termos simples, os orçamentos, as técnicas e os programas para seus edifícios devem aparentar seu modesto papel em vez de disfarçá-lo e correrem o risco do que poderíamos chamar um expressionismo eletrônico, o qual se equipararia ao expressionismo industrial do começo da arquitetura moderna. O arquiteto que aceitar seu papel como combinador de velhos clichês significativos – banalidades válidas – em novos contextos como sua condição numa sociedade que dirige seus melhores esforços, suas gigantescas verbas e suas elegantes tecnologias para outros fins poder ironicamente expressar desse modo indireto uma verdadeira preocupação com a escala invertida de valores da sociedade.⁹³

Este texto fala da realidade americana no ano de 1966, no entanto, não difere muito da realidade atual. É fato que a indústria da construção civil não têm acompanhado os passos do desenvolvimento tecnológico. O uso de técnicas ultrapassadas, de falta de planejamento, o desperdício, ou até mesmo o uso de materiais importados comprova isto. A arquitetura de escritórios tal qual vemos ser empregada hoje, tão tecnológica e industrializada é, na verdade, pouco sustentável e pouco econômica. No Brasil, as tecnologias que vemos incorporadas aos chamados *Edifícios Inteligentes* tratam mais do controle e gerenciamento dos recursos prediais do que de reais formas de economia relacionadas ao seu desempenho.

Torna-se necessário, então, correr atrás do tempo perdido. A tomada de consciência do “novo mundo” pode auxiliar nesta busca. Mostrar o quanto é

⁹³ VENTURI [1995], op. cit., p.50.

importante o desenvolvimento adequado dos meios em que as tecnologias serão incorporadas deve fazer parte desta empreitada.

Se podemos dizer que o homem, em nossa sociedade atual, está passando a se tornar dependente dessas novas tecnologias, ele continua sendo dependente da arquitetura (assim como as novas tecnologias também o são). Por isso a importância de que ambas caminhem lado a lado, incluindo considerações energéticas e ambientais nessa sistemática.

Grande parte do Brasil está situado em plena região tropical, o que o torna um enorme captador de energia solar. Devido ao seu imenso território as alternativas devem ser estudadas levando em consideração os potenciais específicos de cada região do país. Também podemos reduzir nossos gastos energéticos se abirmos mão da importação de materiais e conceitos de outros países e desenvolvermos tecnologias próprias, adequadas ao nosso meio e à nossa cultura, preservando a riqueza de nosso país.

Em nossa latitude (Porto Alegre), um edifício mal orientado recebe um aumento de carga térmica em torno de 150%⁹⁴. Porém isso pode ser melhorado através de uma orientação adequada, eliminando a radiação solar direta nas fachadas, coberturas e no interior dos ambientes.

8.4. Recomendações de caráter tecnológico e projetual (baseados em princípios de automação e sustentabilidade)

Ainda hoje, existe um certo receio quanto à validade do investimento em automação. A maneira deturpada com a qual foi utilizada em suas primeiras aparições criou dúvidas a respeito dos reais benefícios que ela pode trazer – se trata-se apenas de uma questão de luxo, ou se existem outras vantagens.

O Brasil dispõe de excelente potencial de aproveitamento de luz solar e ventilação natural, o que permite, em alguns casos, até mesmo dispensar o uso de

⁹⁴ MASCARÓ, Lucia Elvira Alicia Raffo de. Energia na Edificação. São Paulo, Projeto 1991, p.21.

sistemas de ar-condicionado e a iluminação artificial em certas horas do dia, sendo injustificável a desconsideração destes métodos como estratégias de projeto.

Já sendo comprovado que os edifícios-torre de fachadas envidraçadas e não protegidas da radiação solar consomem, durante sua vida útil, muito mais energia que a necessária para sua produção, a insistência no uso dessa tipologia é inadmissível.

Assim, torna-se condição indispensável para a justificativa do uso de sistemas artificiais de condicionamento ambiental o trabalho conjunto com as soluções formais e estruturais da arquitetura bioclimática, de modo tal que o todo seja mais do que a soma das partes. Sendo imprescindível também que este aprendizado faça parte dos currículos das faculdades de arquitetura, estimulando a pesquisa e o aperfeiçoamento e desenvolvimento de tecnologias passivas de condicionamento, criando a consciência ambiental naqueles que representam o futuro da profissão.

Demonstradas as possíveis vantagens deste trabalho conjunto – especialmente as referentes a economias a longo prazo e sua integração em busca de um desenvolvimento sustentável - a questão do alto investimento inicial é a que ainda prejudica sua difusão de uso. A porcentagem de investimento aceitável em automação em relação ao custo total difere em edificações comerciais e residenciais. Em geral, o custo de implantação de instalações de cabeamento estruturado gira em torno de 4 a 8% do custo da obra⁹⁵. Já o custo total de automação dependerá da quantidade de equipamentos a serem incorporados.

Porém, se balancearmos os benefícios a longo prazo com o fato de que um edifício tem um período de vida útil em torno de 40 anos, veremos que a relação custo-benefício do uso de sistemas automatizados em conjunto com um projeto realmente inteligente pode ser amortizada e, ainda, representar uma economia a mais, se bem aplicada.

Além disso, é necessária a criação de ações conjuntas com empresas, poder

⁹⁵ MEDOE, Pedro A. Cabeamento de redes na prática. São Paulo: Saber, 2002, p.92.

público, universidades, centros de pesquisa e de pós-graduação; e a definição de ações regionalmente definidas (privilegiando recursos locais) para a viabilização de um desenvolvimento sustentável da indústria da construção.

Muito embora o pioneirismo do Edifício Carlos Gomes Center no estado do Rio Grande do Sul deva ser valorizado, seu projeto carece de decisões que poderiam enquadrá-lo no que se espera de um Edifício (verdadeiramente) Inteligente. Também não há dúvida de que ele é a edificação com mais alta tecnologia no estado – o que o faz atrair as maiores empresas e ser uma “jóia” do mercado imobiliário Porto-alegrense.

Cabe finalizar este trabalho informando que, dois anos após o início da pesquisa a respeito do tema, outras incorporações da mesma categoria estão sendo lançadas na cidade de Porto Alegre e, infelizmente, seguindo pelo mesmo caminho: ainda distantes de uma arquitetura exemplar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LIVROS

BATTISTI, Emilio. **Arquitectura ideologia y ciencia : teoria y practica en la disciplina del proyecto**. Madrid: Blume, 1980.

BAGATELLI, Rosane. **Edifícios de Alto Desempenho: conceito e proposição de recomendações**. Dissertação de mestrado. Vitória: UFES, 2002.

BANHAM, Reyner. **La arquitectura del entorno bien climatizado** (1969). Buenos Aires: Infinito, 2. Ed., 1975.

_____. **Teoria e projeto na primeira era da maquina**. 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 1979.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da agenda 21**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

BENEVOLO, Leonardo. **O ultimo capitulo da arquitetura moderna**. São Paulo: Martins Fontes, 1985.

_____. **Historia da arquitetura moderna**. 4.ed. São Paulo: Perspectiva, 1989 .

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar : a aventura da**

modernidade. São Paulo: Companhia das Letras, 1986.

BRADSHAW; Vaughn. **Building Control Systems**. John Wiley&Sons, 1993.

BRANCO, Samuel Murgel. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Moderna, 1990.

BRUNA, Paulo Júlio Valentino. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: Perspectiva, 1976.

CABRAL, Cláudia Piantá Costa. **Grupo Archigram, 1961-1974: Uma Fábula da Técnica**. Tese de doutorado. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 1991.

CIRIBINI; Giuseppe. **II Boomerang Tecnológico**. In 7.º Salone Internazionale dell'Ambiente Costruito, Bologna, 1971.

COSTA, Lúcio. **Muita construção, alguma arquitetura e um milagre**. In: Sobre Arquitetura. Porto Alegre. Centro de Estudantes Universitários de Arquitetura:, 1962.

DE FUSCO, Renato. **Historia de la arquitectura contemporánea**. Madrid: Celeste, 1992.

DERTOUZOS; Michael L. **O que Será: como o mundo da informação transformará nossas vidas**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

Documento de Conceituação de Edifícios Inteligentes. ABRAPI: Grupo de Base, 2001.

FLORENSA, Rafael Serra. **Arquitetura I Maquina**. Barcelona: Edicions UPC, 1996.

GIEDION, Siegfried. **Espacio, tiempo y arquitectura : el futuro de una nueva tradicion**. 5.ed. Madri: Dossat, 1978.

GIFFORD, Robert. **Environmental Psychology: Principles and Practice**.

Boston: Allyn and Bacon, 1996.

HARRISON, Adrew, et alii. **Intelligent Buildings in South East Asia**. E&FN Spon, London, 1998.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LAMBERTS, Roberto, et alii. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LEWIS, John and GOULDING, John et alii. European Directory of **Sustainable and Energy Efficient Building**. Hong Kong: James& James, 1998.

MARTE; Claudio Luiz. **Automação Predial**. São Paulo: Carthago, 1995.

MASCARÓ, Juan Luis. **Consumo de energia e construção de edifícios**. São Paulo, Secovi, 1978.

_____. **O custo das decisões arquitetônicas**. 2^a ed. Porto Alegre: Sagra-Luzzatto: 1998.

_____. **Perspectivas e expectativas da construção sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, 2000.

MASCARÓ, Lúcia Elvira Alicia Raffo de. (coord.). **Tecnologia & Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.

_____. **Inovação Tecnológica e produção arquitetônica**. Tese de doutorado. São Paulo: FAU USP, 1990.

_____. **Energia na Edificação**. São Paulo: Projeto, 1991.

_____. **Diseño urbano sustentable:** recintos, plazas, calles. Porto Alegre: UFRGS, 2001a.

_____. **Edifícios sustentáveis:** critérios de projeto e exemplos de aplicação. Porto Alegre: UFRGS, 2001b.

McLUHAN, Marshall. **Comprender los medios de comunicación. Las extensiones del ser humano** (1964). Barcelona Paidós, 1996.

MEDOE, Pedro A. **Cabeamento de redes na prática.** São Paulo: Editora Saber, 2002.

MONTANER, Josep Maria. **Después del movimiento moderno: Arquitectura de la Segunda mitad del siglo XX.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A, 1997a.

MONTANER, Josep Maria. **La modernidad superada: Arquitectura, arte y pensamiento del siglo XX.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1997b.

NORBERG-SHULZ, Christian. **Roots of Modern Architecture.** Japan: A.D.A 1998.

ORSTEIN, Sheila Walbe; ROMÉRO, Marcelo (colaborador). **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído.** São Paulo: Studio Nobel: Edusp, 1992.

PEARSON, David. **The Natural House Handbook.** Sidnei: Conran Octopus, 1989.

PORTOGHESI, Paolo. **Depois da Arquitetura Moderna.** São Paulo: Martins Fontes, 1985.

RANGEL; Ricardo. **Passado e Futuro da Era da Informação.** Nova Fronteira.

SILVA, Elvan. **A economia como critério de excelência na arquitetura.** Monografia. Porto Alegre: Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura – UFRGS, 1991/1992.

SILVA, Elvan. **O critério da excelência na arquitetura: conceito teórico e transformação. Projeto de Pesquisa.** Porto Alegre: Faculdade de Arquitetura – UFRGS, 1993.

VENTURI, Robert. **Complexidade e contradição em arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes, 1995.

VERÍSSIMO, Francisco Salvador e William S. M. Bittar. **500 anos da casa no Brasil.** Rio de Janeiro, Ediouro, 1999.

2. PERIÓDICOS

ANGEL, Patrícia e FRAIGI, Liliana. **O Futuro dentro de casa**. Revista Técnica, São Paulo, n. 11, p. 12 – 14, jul./ago. 1994.

Automação cresce nos edifícios brasileiros. Revista Projeto, São Paulo, p. 30 – 34, abr. 1995.

CARVALHO, Kelly. **Vida Moderna**. Revista Arquitetura e Urbanismo São Paulo, n. 102, p. 82 – 89, jun./jul. 2002.

DEMANDA por edifícios avançados deve aumentar no Brasil. Revista Projeto. São Paulo, p. 12, nov. 1995.

FRANÇA, Eudes Cristino e BORGES, Luciano. **A espinha dorsal dos edifícios inteligentes**. Revista Técnica, São Paulo, n.32, p. 44 – 47, jan./fev. 1998.

GIVONI, B. **Confort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, n. 18 , p. 11 – 23, 1992.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. **Rotas para o próximo milênio**. Revista AU, São Paulo, n.79, p. 32 – 34, ago./set. 1998.

KISS, Paulo. **A engenharia vai à praia**. Revista Técnica, São Paulo, n. 42, p. 24 – 29, set./out. 1999.

KISS, Paulo. **Automação High-Tech**. Revista Técnica, São Paulo, n. 48, p 20 – 24, set./out. 2000.

MOURA, Éride. **Sistemas cada vez mais inteligentes**. Revista AU, São Paulo, n. 56, p.124 – 126, out./nov. 1994.

PAZ, Vitor. **Porto Alegre terá primeiro edifício “triple A” do Sul**. Gazeta Mercantil, São Paulo, 03/07/2003.

PRÉDIO no RS tem capacidade para 13,5 mil pontos. Revista RTI, p.20.

PRÉDIOS Inteligentes: arquiteto busca qualidade de vida. Revista Projeto, São Paulo, p. 12, nov. 1995.

SOUZA, Marcos de. **Inteligente é você.** Revista Técnica, São Paulo, n. 18, p 38 – 41, set./out. 1995.

TRIPLE A em Porto Alegre. Revista Infra, p. 6, fev. 2003.

VIRILIO, Paul. **A cidade superexposta.** Espaço & Debates, n.33, p. 10-17, 1991.

3. INTERNET

3.1. ARTIGOS, ENTREVISTAS

ARONQUE, Daniele. **Ambiente bom, rendimento melhor!** Disponível na Internet em: <<http://www.carreiras.empregos.com.br>> .

BORRING, Natalino. **Automação residencial vira tema de associação.** Disponível na Internet em: <http://www.jseg.net/entrevista_86.htm> .

BRUNDTLAND REPORT. Disponível na Internet em: < <http://www.erf.es/eng/empresa/brundtland.html>> .

CONHEÇA o trabalho do arquiteto de Bill Gates. Planeta Imóvel. Disponível na Internet em: <<http://www.planetaimovel.com/conteudo/casafashion/arquitetos/james/abre.asp>>

GARCIA, Lúcia Mara. **Tire Partido do Clima.** Disponível na Internet em: <<http://www.gazetaonline.com.br/jornalagazeta/materias/imoveis/019imo01.htm>> .

HISTÓRIA dos Edifícios Inteligentes. Disponível na Internet em: <<http://www.edificiointeligente.com.br>> .

ÍTALO; Fernando. **Prédios inteligentes para famílias modernas.** São Paulo: Gazeta Mercantil. Disponível na Internet em: <<http://www.gazetamercantilne.com.br/jornal/12481.htm>> .

MACHADO, André. **Da tomada para o PC: internet plug and play.** Disponível na Internet em: <<http://www.oglobo.globo.com/oglobo/suplementos/informaticaetc/107506993.htm>> .

OLIVEIRA, Jaci Lara Silveira. **Desenvolvimento sustentável: um desafio intergeracional**. Disponível na Internet em: <<http://www.presidentekennedy.br/retur/edicao04/artigo03.pdf>>. 04/03/2004.

PRÉDIOS Inteligentes e Mercado Global. Disponível na Internet em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura54b.asp>>.

PRIETO; Ana Carolina. **Casa Automatizada economiza até 30% de energia elétrica**. Tecto. Disponível na Internet em: <<http://www.tecto.com.br>>

PRIETO; Ana Carolina. **Sensores economizam energia em prédios e condomínios**. Tecto. Disponível na Internet em: <<http://www.tecto.com.br>>

ROMERO; Marcelo (coord.) **Edifício Birmann 21: um estudo sobre eficiência energética**. Tecto. Disponível na Internet em: <<http://www.tecto.com.br>>.

SENA, Tânia Franco Sena. **Empreendimento terá apartamentos automatizados e energia alternativa**. Disponível na Internet em: <<http://www.planetaimovel.com.br>> .

WHITE, Peter. **The Environmental Building**. Disponível na Internet em: <<http://projects.bre.co.uk/envbuild/>>

3.2. SITES (ASSOCIAÇÕES, ORGANIZAÇÕES, EMPRESAS)

Advanced Buildings. Disponível na Internet em: <www.advancedbuildings.org>.

American Society for Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers. Disponível na Internet em: <<http://www.ashrae.org>>.

ARCHITECTURE Magazine. Disponível na Internet em: <<http://www.archinform.de>>.

Associação Brasileira de Automação Residencial. Disponível na Internet em: <www.aureside.org.br>.

ASSOCIACIÓN Española de Domótica. Disponível na Internet em: <<http://www.cedom.org>>.

Associação Brasileira de Automação e Prédios Inteligentes. Disponível na Internet em: <www.abrapinet.org.br>

American National Standards Institute . Disponível na Internet em: <<http://www.ansi.org>>.

BILL, Chan. **Commerzbank: Frankfurt.** Disponível na Internet em: <http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/Chan.pdf>.

BRW Tecnologia. Disponível na Internet em: <<http://www.brw.com.br>>.

Caderno digital de Informação sobre Energia, Ambiente&Desenvolvimento. Disponível na Internet em: <<http://www.guiafloripa.com.br/energia>>.

Casa Inteligente. Disponível na Internet em: <www.casainteligente.com.br>.

Casadomo. Disponível na Internet em: <www.casadomo.com>.

Comercial Building Incentive Program. Disponível na Internet em: <<http://oee.nrcan.gc.ca/newbuildings>>.

Continental Automated Buldings Association. Disponível na Internet em: <www.caba.org>.

EIBA. Disponível na Internet em: <<http://www.eibaportugal.com>> .

Energy Efficiency and Renewable Energy. Disponível na Internet em: <<http://www.eere.energy.gov>>.

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Portugal. Disponível na Internet em: <www.fe.up.pt>.

Future House. Disponível na Internet em: <<http://www.futurehouse.com.br>>.

GREAT Buildings Online. Disponível na Internet em: <<http://www.greatbuildings.com>>

Illuminating Engineering Society of North America. Disponível na Internet em: <<http://www.iesna.org>>.

Lawrence Berkeley National Laboratory. Disponível na Internet em: <<http://eandc.lbl.gov>>.

Ministério de Minas e Energia. Disponível na Internet em: <<http://www.mme.gov.br>>

Office of Energy Efficiency. Disponível na Internet em: <<http://oee.nrcan.gc.ca>>.

Norconsil. Disponível na Internet em: <<http://www.norconsil.com.br>>

Portal da Automação. Disponível na Internet em: <www.portaldautomacao.com.br>.

Projeto de uma casa autônoma. Disponível na Internet em: <<http://www.casaautonoma.com.br>>.

The Environmental Building. A model for the 21st century. Disponível na Internet em: <<http://projects.bre.co.uk/envbuild/envirbui.pdf>>

The New Environmental Office: BRE, Watford. Disponível na Internet em: <http://www.feildenclegg.com/pdf/long/808_long.pdf>.

U.S. Environmental Protection Agency Indoor Air Quality. Disponível na Internet em: <<http://www.epa.gov/iaq>>.

Universidade de Coimbra. Disponível na Internet em: <<http://www.lge.dee.uc.pt>>.

Urbaniza. Disponível na Internet em: <www.urbaniza.com/hogar/domotica>.

Vantage Controls. Disponível na Internet em: <www.vantagecontrols.com>.

X-10 p/ a América Latina. Disponível na Internet em: <<http://www.lacasainteligente.com.ar>>.

1. FIGURAS

Figura 01

<http://www.etsav.upc.es/personals/tih03/prim2004/p04s05/p04set05.html>

Figura 02

<http://www.discoverfrance.net/France/Paris/Monuments-Paris/Eiffel.shtml>

Figura 03

BANHAM [1975]

Figura 04

Marc Ferrez (<http://www.kippenhan.net/>)

Figura 05

foto da autora

Figura 06

<http://www.cambridge1.net/photostart.html>

Figura 07

<http://www.designboom.com/en/interview/cook/5.gif>

Figura 08

http://www.archigram.net/projects_pages/walking_city_6.html

Figura 09

<http://www.kisho.co.jp/WorksAndProjects/Works/nakagin/index.html>

Figura 10

http://www.reseauxcitoyens-st-etienne.org/article.php3?id_article=186

Figura 11

<http://www.balawat.com/Archiv/ruc.htm>

Figura 12

http://www.hevac-heritage.org/landmark_buildings/institutional/institutional.htm

Figura 13

http://www.hevac-heritage.org/landmark_buildings/institutional/institutional.htm

Figura 14

http://www.hevac-heritage.org/landmark_buildings/institutional/institutional.htm

Figura 15

BANHAM [1975]

Figura 16

http://www.hevac-heritage.org/landmark_buildings/institutional/institutional.htm

Figura 17A

<http://ah.bfn.org/h/larkin/source/10.html>

Figura 17B

http://www.pbs.org/flw/buildings/larkin/larkin_interior.html

Figura 18

<http://www.arcoweb.com.br/debate/debate28.asp>

Figura 19A

<http://www.som.com/resources/projects/2/1/5/printPreview.html>

Figura 19B

<http://stanries.com/towers/land.html>

Figura 20

<http://www.allposters.com/gallery.asp?aid=659976&search=new%20york>

Figura 21

<http://www.pcfandp.com/a/p/5705/3.html>

Figura 22

<http://www.cr.nps.gov/nr/travel/detroit/d11.htm>

Figura 23

autora

Figura 24

autora

Figura 25

<http://www.designmuseum.org/designerex/alison-peter-smithson.htm>

Figura 26

foto da autora

Figura 27

<http://www.luxalon.com.br/htmls/221lux.html>

Figura 28A

www.etsu.edu/philos/classes/rk/postmodern/htmdescriptionpages/seagram.htm

Figura 28B

<http://stanries.com/towers/land.html>

Figura 29

<http://www.emporis.com/en/il/pc/>

Figura 30

<http://www.structurae.de/fr/structures/data/s0002375/photos.cfm>

Figura 31

autora

Figura 32

<http://www.galinsky.com/buildings/lever/>

Figura 33A

<http://www.som.com/resources/projects/2/1/5/printPreview.html>

Figura 33B

<http://www.aviewoncities.com/nyc/unitednations.htm>

Figura 34

<http://www.mme.gov.br>

Figura 35

<http://www.mme.gov.br>

Figura 36

<http://www.mme.gov.br>

Figura 37

<http://www.eolica.com.br/energia.html>

Figura 38

<http://www.inmet.gov.br>

Figura 39

<http://www.inmet.gov.br>

Figura 40

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 41

http://www.feildenclegg.com/pdf/long/808_long.pdf

Figura 42

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 43

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 44

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 45

BANHAM [1975]

Figura 46

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 47

autora

Figura 48

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 49

http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/Corbu.html

Figura 50

<http://projects.bre.co.uk/envbuild.pdf>

Figura 51

http://www.ce.jhu.edu/perspectives/projects2003/Ben%20and%20Liakos/Commerzbank_Headquarters.ppt

Figura 52

http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/Chan.pdf

Figura 53

http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/Chan.pdf

Figura 54

http://www.ce.jhu.edu/perspectives/projects2003/Ben%20and%20Liakos/Commerzbank_Headquarters.ppt

Figura 55

http://www.ce.jhu.edu/perspectives/projects2003/Ben%20and%20Liakos/Commerzbank_Headquarters.ppt

Figura 56

http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/Chan.pdf

Figura 57

http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/Chan.pdf

Figura 58

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 59

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 60

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 61

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 62

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 63

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 64

<http://www.carlosgomescenter.com.br>

Figura 65

autora

Figura 66

autora

Figura 67

autora

Figura 68A

<http://www.emporis.com/en/wm/bu>

Figura 68B

<http://www.emporis.com/en/wm/bu/>

Figura 69

www.reletec.com.br/clientes.php

2. FOTOS

Foto 01 a 07

Seta Tecnologia

A.1) Lista de Associações

ABRAPI – Associação Brasileira de Automação e Prédios Inteligentes

ANSI – American National Standards Institute

AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial

CABA – Continental Automated Buildings Association

CEDOM – Comitê Espanhol para desenvolvimento da Gestão Técnica de edifícios e da domótica

COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT

EIAJ – Eletronic Industries Association of Japan

ESPRIT – European Scientific Programme for research & Development in Information Technology

HAA – Home Automation Association

IBI – Intelligent Buildings Institute (EUA)

IFMA – International Facility Management Association

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética

LGE – Laboratório de Gestão de Energia (PT)

NAHB – National Association of Home Builders

A.2) Reportagens

A seguir, encontra-se a transcrição de 3 reportagens sobre o empreendimento, publicadas em um jornal da região Sul do Brasil e em 2 revistas especializadas em tecnologia.

PORTO ALEGRE TERÁ PRIMEIRO EDIFÍCIO

“TRIPLE A” DO SUL

(Gazeta Mercantil, 03/07/2002)

Prédio tem tecnologia de segurança e será destinado a locação

O controle de acesso ao interior do Carlos Gomes Center, o primeiro prédio corporativo da região Sul do País com o conceito Triple A e com inauguração prevista para o mês de dezembro, será feito através de sensores biométricos (identificação através das impressões digitais). Esta é uma das muitas novidades tecnológicas do prédio, com 14 andares tipo, laje de 800 metros quadrados e totalmente reservado para locação. O empreendimento é resultado de uma parceria entre a Bortoncello Incorporações (20%), D'Agostin Administração e Participações e Zaffari Administração e Participações, que não revelam o investimento para a construção do prédio, todo ele com recursos próprios.

Localizado em zona nobre da capital gaúcha, entre os bairros de maior renda per capita da cidade, o Carlos Gomes Center, com mais 31,4 metros quadrados de área construída, tem a sofisticação tecnológica semelhante a dos melhores prédios comerciais do mundo. Antes de decidir sobre o projeto arquitetônico, os empreendedores se preocuparam em conhecer edificações de ponta em São Paulo, Frankfurt e Berlim (Alemanha) e Nova Iorque e Chicago nos Estados Unidos. O prédio terá piso falso em todos seus andares tipo, com 15 centímetros de altura, o que garante completa flexibilidade de *lay-out* dos escritórios das empresas locatárias.

O grau de sofisticação do prédio atingirá a climatização interna, com o seu ar-condicionado central zoneado, em quatro posições, termostatos controlarão as temperaturas das zonas de forma independente. O revestimento do prédio (6 mil metros quadrados) será todo em vidros especiais , importados da Bélgica, ao custo de U\$\$ 400 mil. “A possibilidade das temperaturas dos ambientes serem controladas de forma independente e a luminosidade natural de todos os ambiente certamente oferecerão uma considerável economia de energia”, lembrou Márcia Zaffari.

Quatro máquinas de movimentação dos principais elevadores também foram

compradas no exterior, importadas da Alemanha para oferecer o máximo conforto aos usuários. A partida e a parada são extremamente suaves. As cabines tem design exclusivo. As 400 vagas da garagem ficam em quatro andares de sub-solos. Todo o acesso ao prédio é feito, sempre, pelo hall de entrada. “Ninguém poderá acessar os andares tipo sem passar pelo hall do prédio, o que garantirá mais segurança”, observa Bortoncello.

Cerca de 8% do material utilizado no Carlos Gomes Center foi importado, inclusive os perfis de aço laminado da estrutura, que vieram da Espanha. A estrutura mista de aço e concreto do prédio foi citada como a mais moderna do País em recente simpósio da Sociedade de Engenharia de São Paulo e foi sugerida a sua inscrição à premiação do Instituto Brasileiro de Concreto. Ele será o primeiro prédio corporativo de Porto Alegre equipado com heliponto, com capacidade para receber aparelhos de até 4 toneladas. A sala de segurança, em local protegido, vai monitorar todo o movimento interno e externo.

O serviço do prédio terá uma central de triagem, com estacionamento próprio no sub-solo, onde será feita toda a recepção e expedição de correspondências e materiais dos escritórios. A garagem terá espaço para a lavagem dos veículos. O hall térreo, com 650 metros quadrados, será todo climatizado, inclusive parte de uma cafeteria, que terá também ambiente ao ar livre”, disse Sérgio D’Agostin. Mesmo ainda em obras, o Carlos Gomes Center tem recebido muitas consultas de empresas interessadas em locar espaços (mínimo de 400 metros quadrados, ou meio andar). Os empreendedores ainda não definiram os valores das locações, que deverá incluir o aluguel, o condomínio e as taxas de serviços.

Ela e Sérgio D’Agostin afastaram-se, em abril de 1999, da Companhia Zaffari de Supermercados, onde mantinham sociedade. Em seguida, foram procurados por Leonel Bortoncello, amigo comum de quase uma década, que propôs o empreendimento a ser construído num terreno de 17 mil metros quadrados. “ Seria mais um edifício comercial, mas o projeto inicial simplesmente desapareceu com as novas propostas que foram surgindo. Por que não se construir o melhor prédio corporativo da região Sul do Brasil? Fechamos o negócio em dezembro de 99 e iniciamos a obra em junho de 2001. Inauguraremos em dezembro próximo o primeiro triple A da região Sul” , disse Bortoncello. Os empreendedores ainda não sabem quando o Carlos Gomes Center estará completamente ocupado. “Talvez em um ano e meio ou dois anos estaremos com os espaços todos locados. Isso vai depender de fatores econômicos que fogem ao nosso controle”, disse Sérgio D’Agostin.

TRIPLE A EM PORTO ALEGRE

(Revista INFRA – fevereiro/2003)

A chegada de empresas multinacionais no país impulsionaram a incorporação de edifícios equipados de alta tecnologia operacional e de materiais e conceitos construtivos de melhor qualidade, os chamados Triple A. Em Porto Alegre (RS), este conceito de infraestrutura foi implantado do edifício Carlos Gomes Center, que conta com redes de fibra óptica interna e externa, central telefônica digital, sistema de ar-condicionado com controle de demanda, gerador de energia, softwares especializados em gerenciamento de equipamentos, entre outros recursos.

Tanta estrutura se deve ao planejamento tecnológico elaborado para o edifício. Segundo Cristiano Krüger Iop, diretor comercial da Seta Tecnologia, empresa responsável por este trabalho, os sinais de comunicação de voz, dados e imagem irão trafegar sobre cabos metálicos de fibra óptica, com flexibilidade, integração e convergência total.

No edifício Carlos Gomes Center, em razão do cabeamento estruturado instalado, os condôminos poderão contratar diversos serviços, entre eles: desenvolvimento de projetos de TI, *outsourcing* em telecomunicações e TI, soluções em *call center*, gerenciamento de audioconferência e videoconferência e aplicações móveis.

PRÉDIO NO RS TEM CAPACIDADE PARA 13,5 MIL PONTOS

(Revista RTI)

Cerca de 13,5 mil pontos de cabeamento de voz e dados Cat. 5E, 900 em cada um dos 15 andares, enlace óptico multimodo 62,5µm, *backbone* de 1 Gbit/s, solução de telefonia digital, link Internet dedicado e sistemas de automação predial e segurança totalmente e integrados à infra-estrutura de telecomunicações. Esses são alguns dos fatores que fazem do recém-inaugurado Edifício Carlos Gomes Center, de Porto Alegre, RS, um dos mais modernos do país.

O planejamento tecnológico do empreendimento, no que se refere à infra-estrutura e sistemas de segurança, automação e telecomunicações, foi executado pela empresa gaúcha Seta Tecnologia, que confiou à Siemens o *outsourcing* na área de telecom. A implantação dos sistemas de telecom ficou a cargo da Create Engenharia, de Florianópolis, SC, e a área civil sob responsabilidade da construtora Bortoncello, de Porto Alegre.

Segundo Criatiano Krüger Iop, diretor comercial da Seta, o principal diferencial do edifício é a convergência de todos os sistemas de automação, como CFTV, controle de acesso, alarme e voz e dados, numa única plataforma de cabeamento estruturado. "Isso foi pela flexibilidade e redundância que o cabeamento estruturado permite, oferecendo aos usuários uma rede de altíssima disponibilidade", explica.

A condução dos cabos se deu por meio de eletrodutos interligados a eletrocalhas de distribuição, sendo estas previstas para suportar acréscimo de pontos. Nas áreas privadas, a solução utilizada foi a de eletrocalhas abaixo do sistema de piso elevado, implantado em todos os pavimentos.

O *backbone*, Cat. 5E, possibilita o tráfego de vários protocolos, como IP e Ethernet, e foi concebido para suportar taxas de até 100Mbit/s nas estações de trabalho e 1 Gbit/s no *backbone* vertical, podendo ser ampliado conforme necessidade. No projeto de cabeamento também foram utilizados blocos IDC110. A WAN é fornecida pela Embratel e GVT.

O sistema de telefonia, 100% digital, está preparado para receber tecnologia IP e dispõe de uma capacidade de 5000 portas, entre ramais e troncos.

Por meio do modelo de *outsourcing* da Siemens, os usuários do edifício podem contratar serviços de videoconferência de qualquer ponto da rede. “Essa operação possibilitou um maior retorno sobre o investimento, pois as tarifas dos serviços de telecomunicações serão disponibilizadas num custo de até 8% abaixo do mercado, conforme planos contratados”, diz.

Projetado para suportar mais de 90 câmeras, o sistema de CFTV atualmente dispõe de 16 câmeras digitais coloridas e servidor específico para armazenar as imagens, possibilitando o monitoramento remoto.

Por conta da complexa infra-estrutura de telecomunicações e automação predial, as empresas que alugarem o espaço do Carlos Gomes Center deverão pagar, além do aluguel e condomínio, as taxas por estes serviços.

A.3) Questionário

QUESTIONÁRIO
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO CARLOS GOMES CENTER
(Nível de satisfação dos usuários)

Este questionário faz parte de um estudo que está sendo realizado em relação aos chamados *Edifícios Inteligentes* e sua incorporação na cidade de Porto Alegre. Tal estudo corresponde a uma das etapas de desenvolvimento de uma dissertação para obtenção do título de mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

As respostas a este questionário auxiliarão na avaliação de desempenho deste edifício, contribuindo para a identificação de pontos positivos e/ou negativos em sua incorporação.

Sua colaboração é essencial. Solicitamos o encaminhamento das respostas para o Sr. _____, preferencialmente até o dia ___/___/___, e agradecemos, desde já, a sua colaboração.

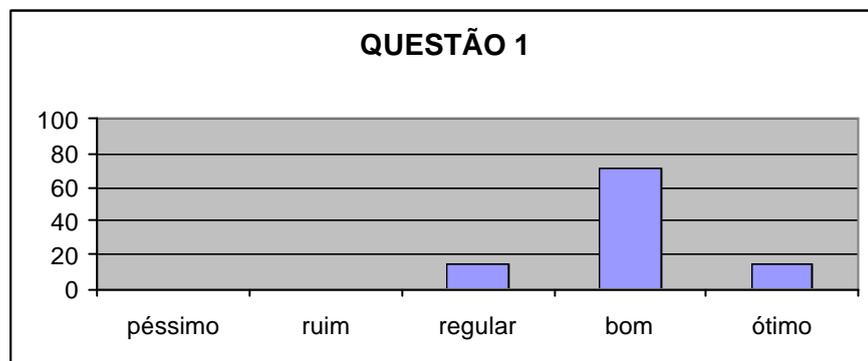
Ramo de atuação da empresa: _____		Andar: _____				
Tipo de usuário: () locatário () proprietário () condômino () visitante		Cargo ou função: _____				
Há quanto tempo você faz uso do edifício? _____ anos _____ meses		Frequência de utilização: () diária () eventual				
Localização do seu posto de trabalho em relação ao perímetro da edificação: () menos de 1m () de 1 a 3m () mais de 3m						
O seu posto de trabalho é: () de uso exclusivamente seu () dividido com um subordinado () dividido com um colega () coletivo						
Qual o seu conceito a respeito de:		PÉSSIMO	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
PARA OS ITENS 1 A 12 ANALISE APENAS O SEU AMBIENTE DE TRABALHO (marque com um X a opção escolhida)						
1. O tamanho do ambiente						
2. O layout do ambiente (distribuição)						
3. A iluminação ARTIFICIAL do ambiente						
4. A iluminação NATURAL do ambiente (dispensando iluminação artificial)						
5. A incidência de luz solar no seu plano de trabalho						
6. As condições de conforto térmico						
7. O nível de ruído interno						
8. O nível de ruído externo						
9. Seu nível de controle sobre o ambiente (considere fatores como iluminação, temperatura, ventilação, ruído)						
10. Serviços disponíveis (telefonía, cabeamento para rede de dados, internet)						
11. O nível de automação no ambiente de trabalho						
12. De modo geral, considero meu ambiente de trabalho						
PARA OS ITENS 13 A 30 CONSIDERE O CONJUNTO DA EDIFICAÇÃO (marque com um X a opção escolhida)						
13. A distribuição dos ambientes						
14. As condições de iluminação NATURAL (dispensando iluminação artificial)						
15. A iluminação ARTIFICIAL						
16. A incidência de luz solar dentro do ambiente						
17. As condições de conforto térmico						
18. O nível de ruído interno						
19. O nível de ruído externo						
20. Os elevadores (quantidade, capacidade, localização, tempo de espera)						
21. As adaptações para deficientes físicos						
22. O saguão e corredores (tamanho e distribuição)						
23. O nível de segurança (controle de acesso)						
24. O nível de segurança (contra incêndio)						
25. A sinalização interna do edifício						
26. A sinalização externa do edifício						
27. As instalações hidro-sanitárias						
28. A aparência externa do edifício						
29. O nível de automação do edifício						
30. De modo geral, considero o edifício						
PARA OS ITENS 31 E 32 DESCREVA:						
31. Na sua opinião, que características tornam um Edifício <i>Inteligente</i> ?						
32. E quais as características existentes no Ed. Carlos Gomes Center que, na sua opinião, o classificam como um <i>Edifício Inteligente</i> ?						

A.4) Análise Questionários

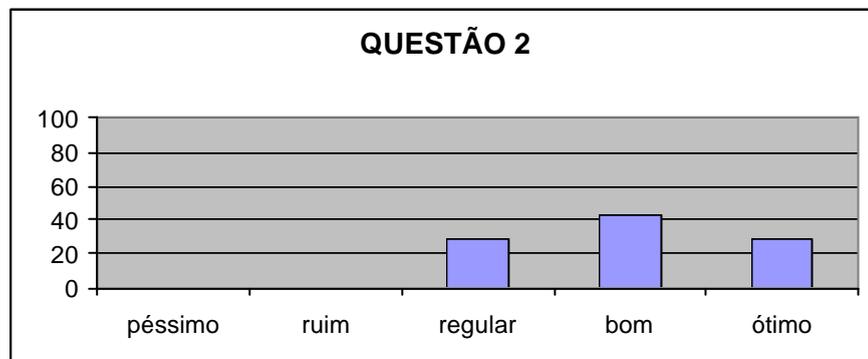
ANÁLISE INDIVIDUAL DOS DADOS COLETADOS

Questões 1 a 12 - AMBIENTE DE TRABALHO

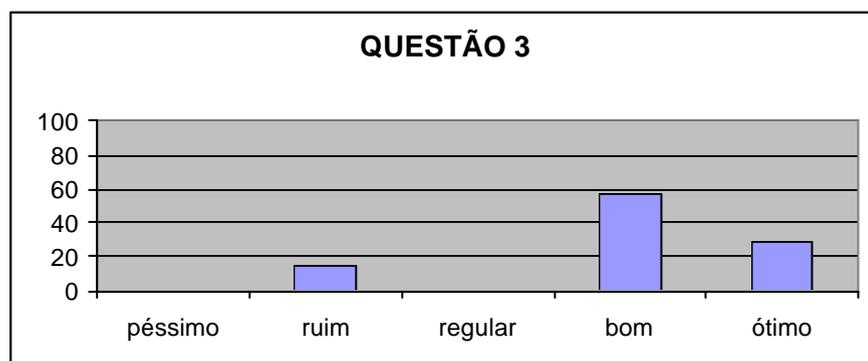
1. O tamanho do ambiente



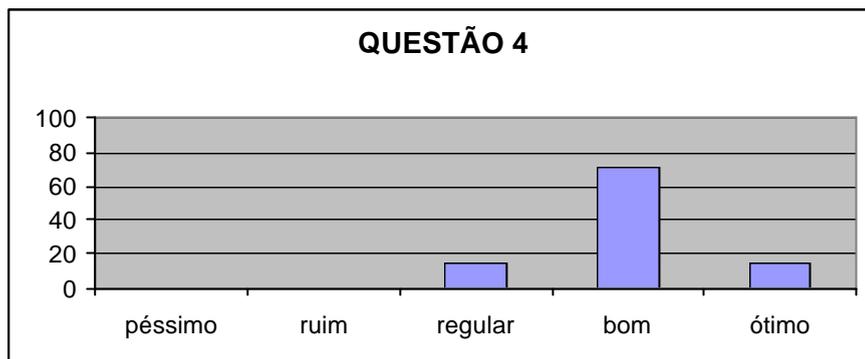
2. O layout do ambiente



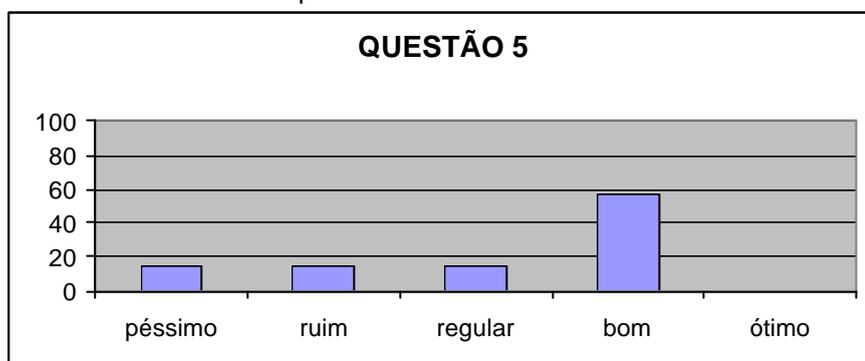
3. A iluminação artificial do ambiente



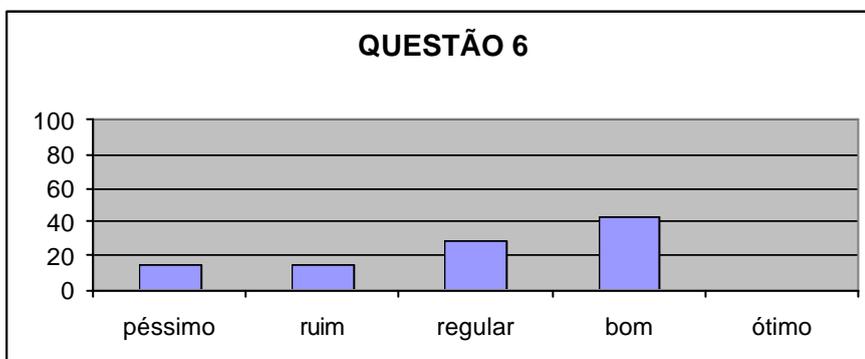
3. A iluminação natural do ambiente



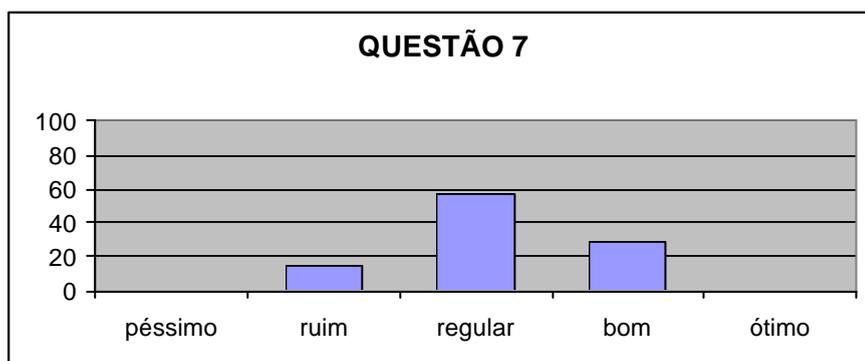
4. A incidência de luz solar no seu plano de trabalho



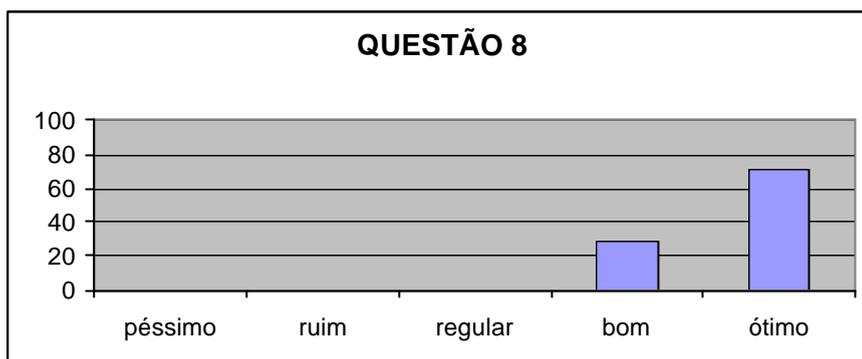
5. As condições de conforto térmico



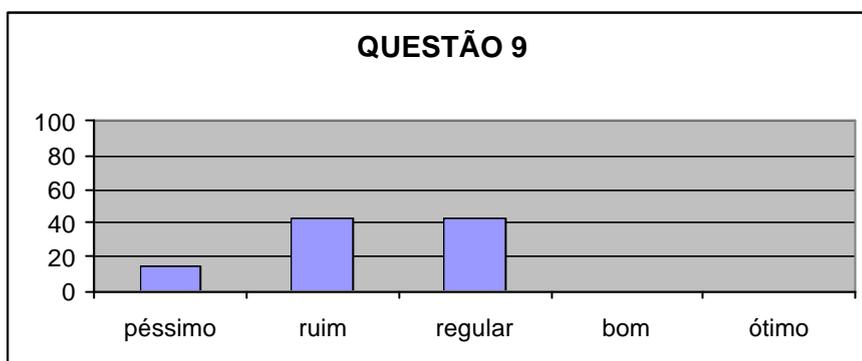
6. O nível de ruído interno



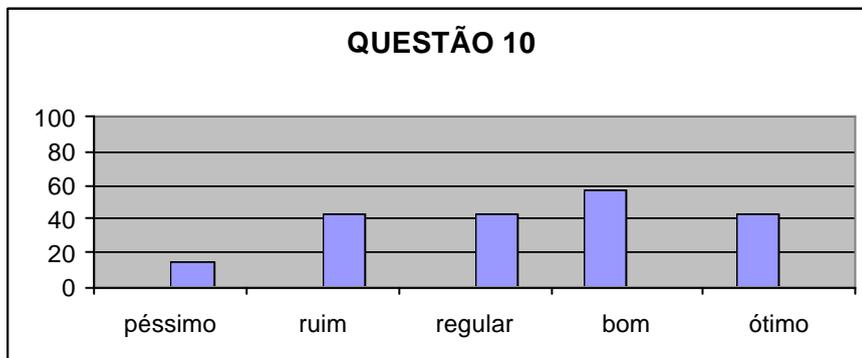
7. O nível de ruído externo



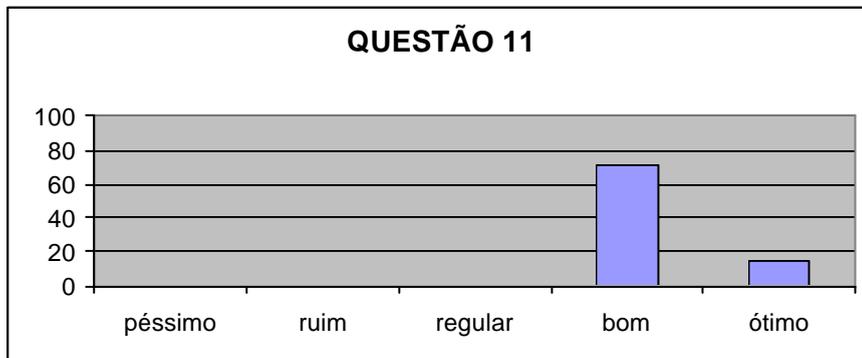
8. Seu nível de controle sobre o ambiente



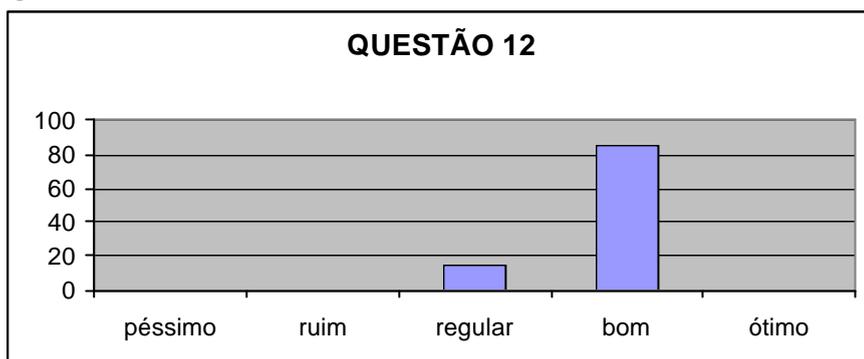
9. Serviços disponíveis (telefonia, cabeamento para rede de dados, internet)



10. O nível de automação no ambiente de trabalho

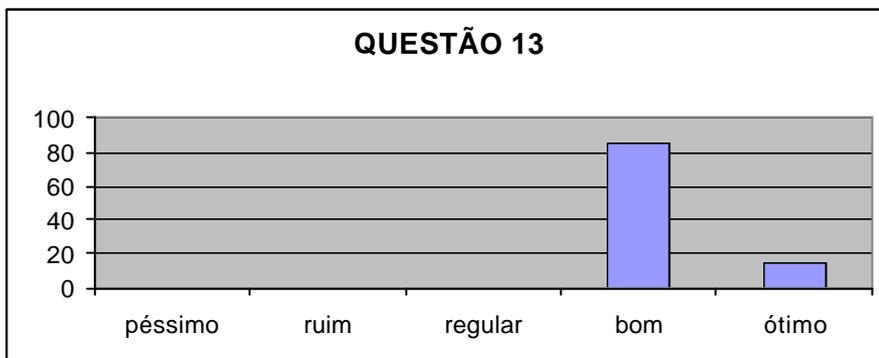


11. De modo geral, considero meu ambiente de trabalho

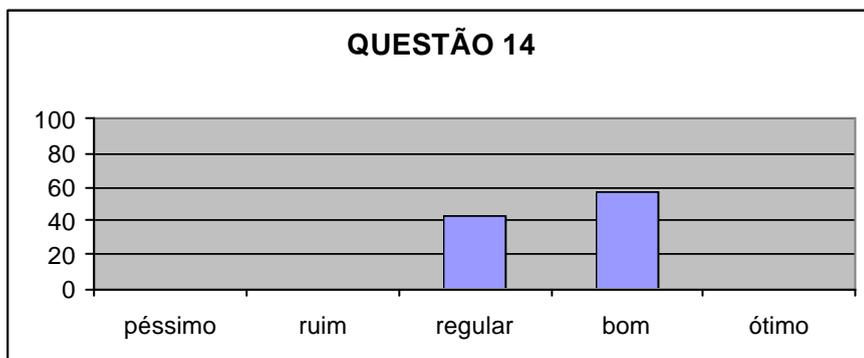


Questões 13 a 30 - CONJUNTO DA EDIFICAÇÃO

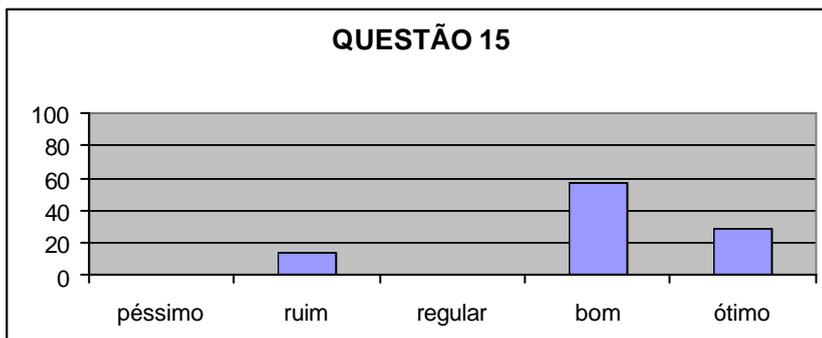
12. A distribuição dos ambientes



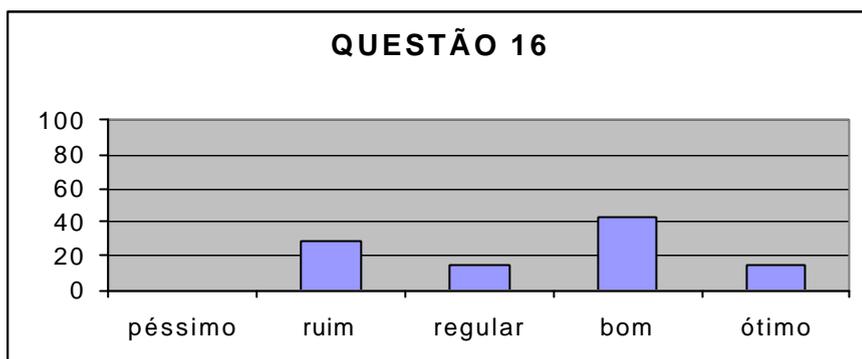
13. As condições de iluminação natural



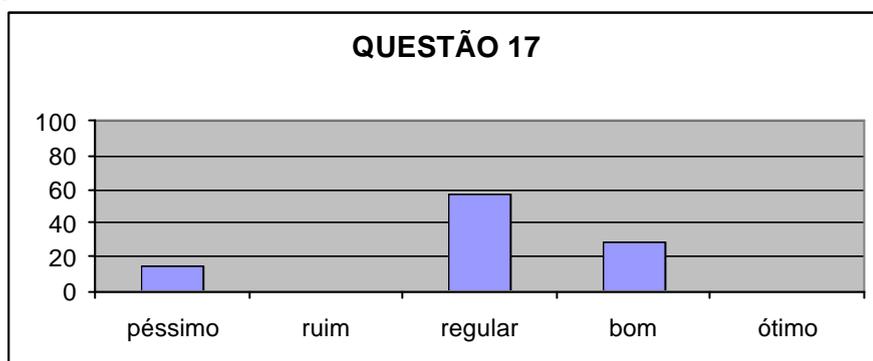
14. A iluminação artificial



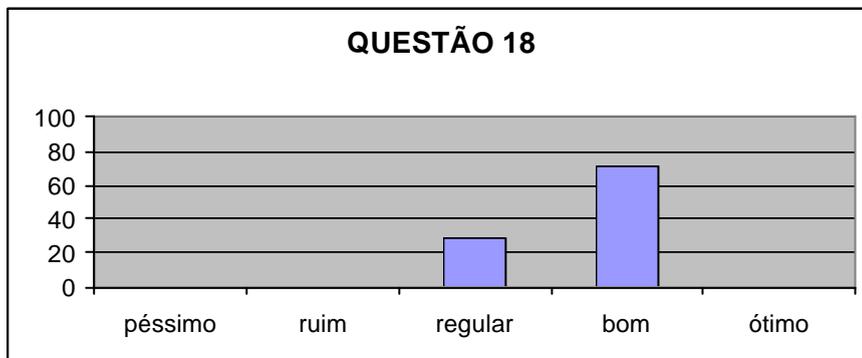
15. A incidência de luz solar dentro do ambiente



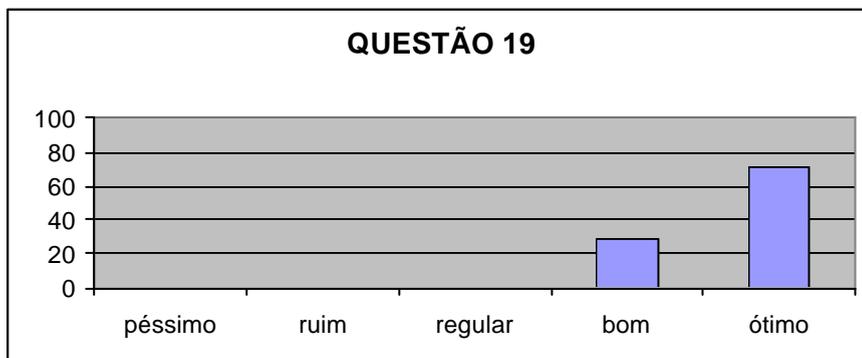
16. As condições de conforto térmico



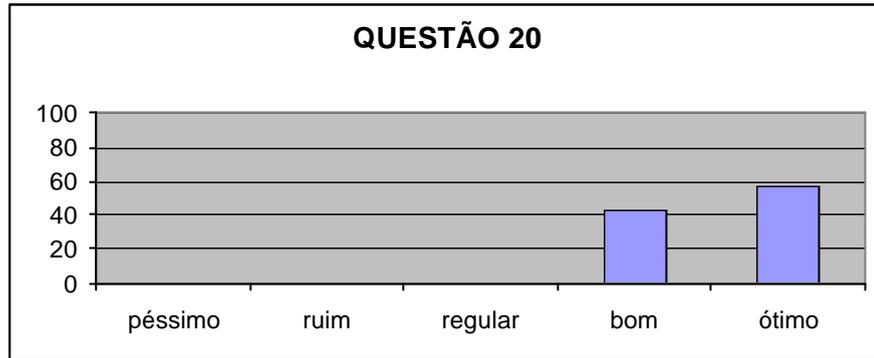
17. O nível de ruído interno



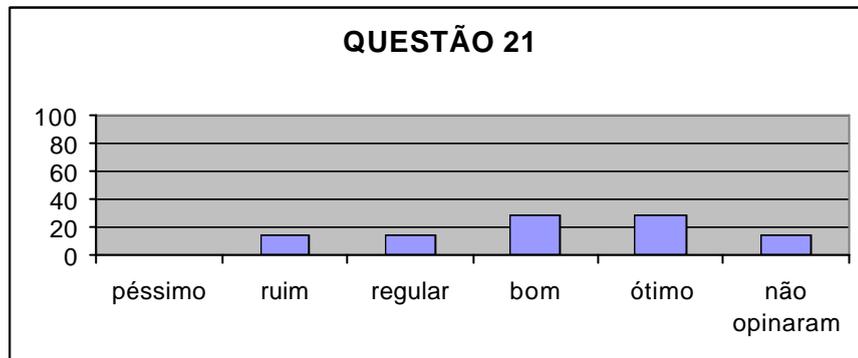
18. O nível de ruído



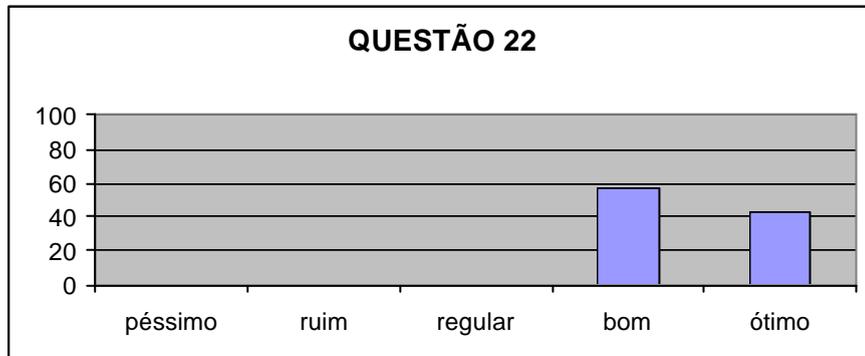
19. Os elevadores (quantidade, capacidade, localização, tempo de espera)



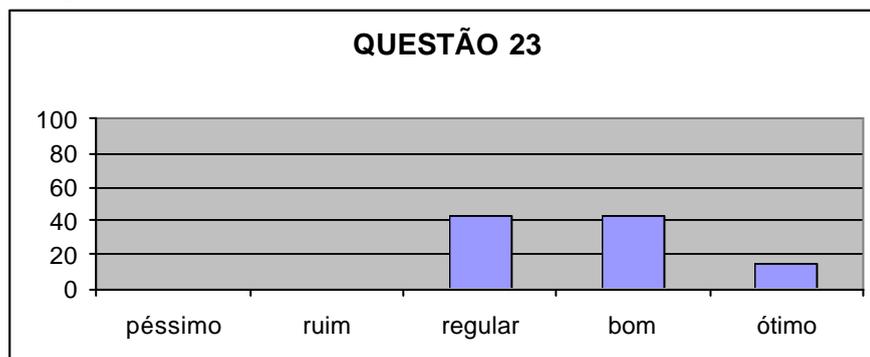
20. As adaptações para deficientes físicos



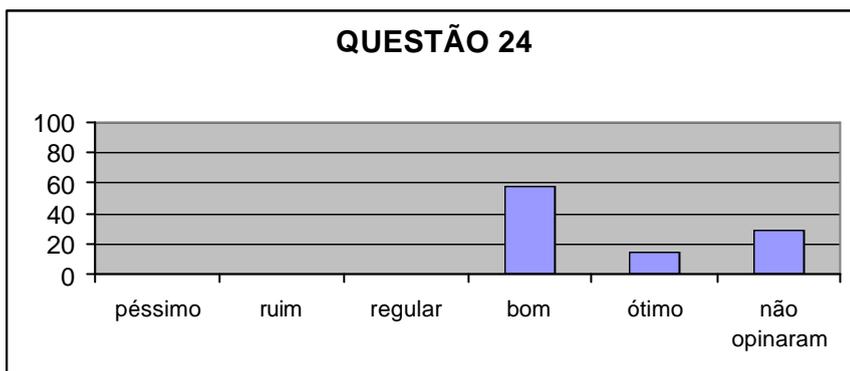
21. O saguão e corredores (tamanho e distribuição)



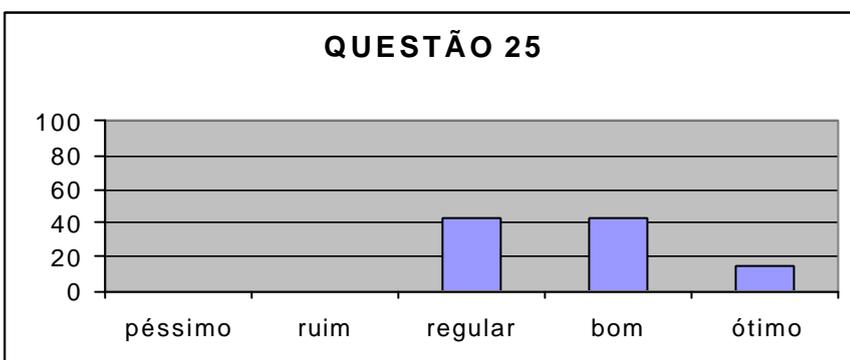
22. O nível de segurança (controle de acesso)



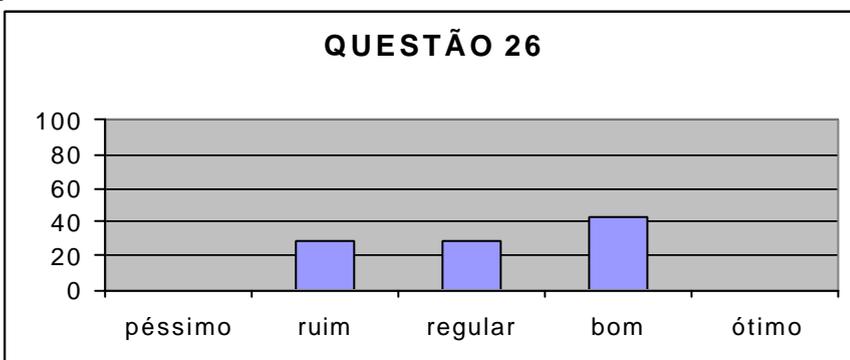
23. O nível de segurança (contra incêndio)



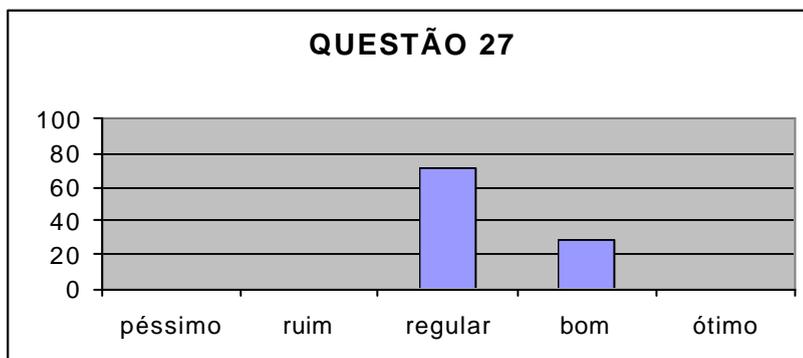
24. A sinalização interna do edifício



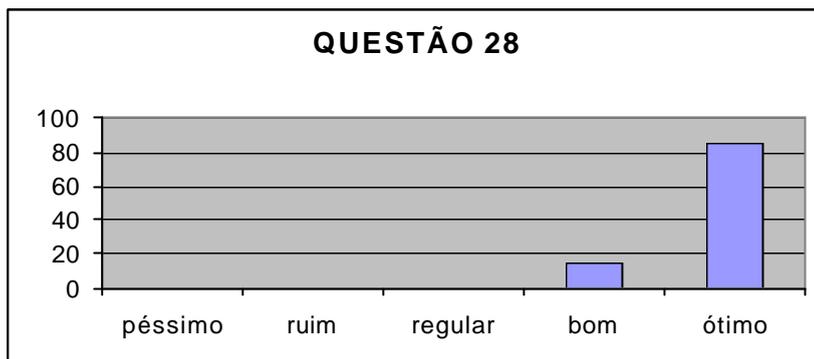
25. A sinalização externa do edifício



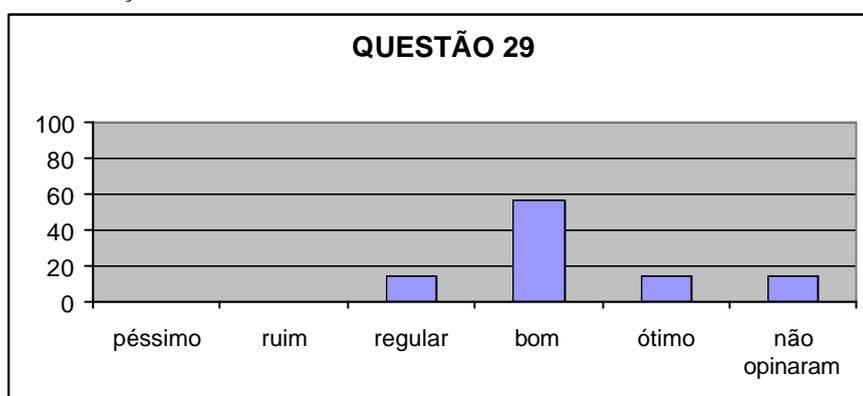
26. As instalações hidro-sanitárias



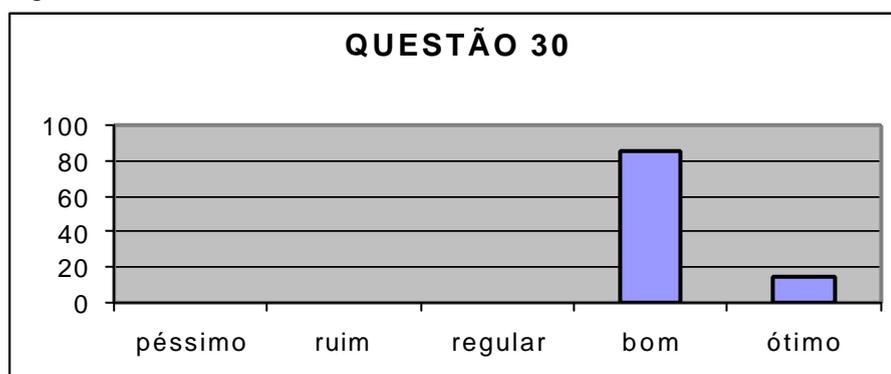
27. A aparência externa do edifício



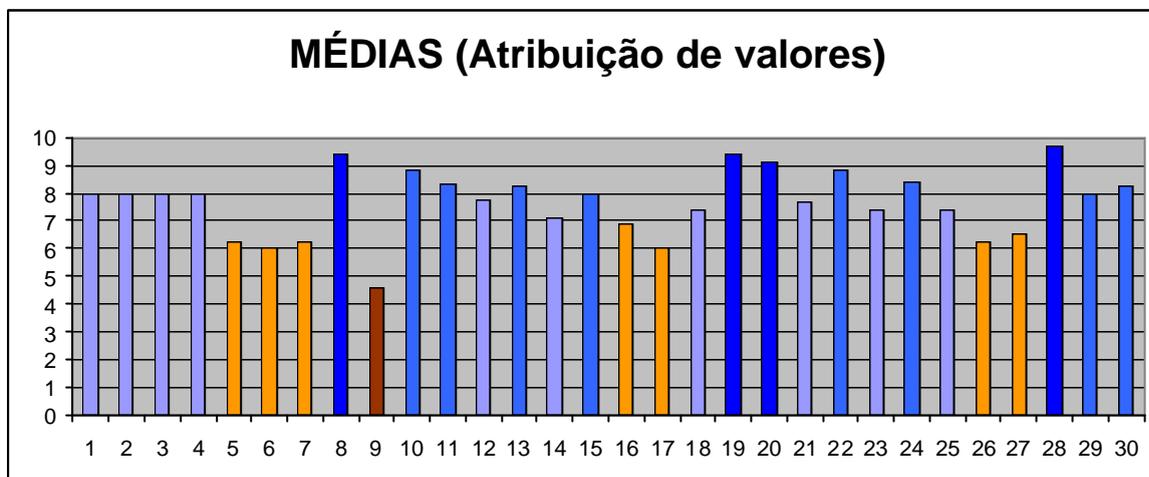
28. O nível de automação do edifício



29. De modo geral considero o edifício



ANÁLISE GLOBAL DAS CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO (Identificação de pontos críticos)



1. FIGURAS

Figura 1 – Palácio de Cristal (Joseph Paxton - Londres, 1851)-----	11
Figura 2 – Torre Eiffel (Gustave Eiffel – Paris, 1889)-----	12
Figura 3 – Industrialização da arquitetura no período pós-guerra-----	12
Figura 4 - Imagem da Av. Rio Branco, cidade do Rio de Janeiro, em 1900.-----	13
Figura 5 - Escritórios informatizados (2000).-----	13
Figura 7 – Plug-in-city (Peter Cook, 1964)-----	16
Figura 8 – Walking City (Ron Heron, 1964)-----	16
Figura 10 - Imagens do assentamento irregular da Vila dos Papeleiros, Porto Alegre--	19
Figura 11 - Terma romana-----	20
Figura 12 – Pentonville Prison (Major Joshua Jebb, Londres, 1840)-----	21
Figura 13 - Royal Victoria Hospital (Henman y Cooper, Belfast, 1903)-----	22
Figura 14 - Royal Victoria Hospital (Duto de ventilação - Plenum) -----	22
Figura 15 - Corte axonométrico do Royal Victoria Hospital-----	23
Figura 16 - Royal Victoria Hospital (aquecedor e ventilador) -----	23
Figura 17 - Larking Building (Frank Lloyd Wright, Nova York , 1906) -----	24
Figura 18 - Protetores solares no Ministério da Educação e Saúde (1930)-----	28
Figura 19A e 19B - Paradigmas da “arquitetura dos novos tempos”-----	36
Figura 20 – Vista da cidade de Nova York, EUA-----	37
Figura 21 - Ed. Kips Bay (I.M. Pei - Nova York, EUA, 1956-1958)-----	38
Figura 22 - Ed. Lafayette (Mies van der Rohe - Detroit, EUA,, 1963)-----	38
Figura 23 – Esquema de automação-----	42
Figura 24 – Esquema de automação integrada-----	42
Figura 25 - Exposição House of the Future (Smithsons, 1956)-----	45
Figura 26 – Pele de vidro e espaço fluente em edifícios de escritório (2000)-----	47
Figura 27- Ambiente coletivo nos escritórios -----	50

Figuras 28 A e 28B - World Trade Center (Nova York, EUA, 1970-1977) e Seagram Building (Nova York, EUA, 1954-1958)-----	55
Figura 29 - Milam Building (George Willis – San Antonio, EUA , 1928)-----	56
Figura 30 - Ed. Philadelphia Savings Fund Society (Filadélfia, EUA, 1932)-----	58
Figura 31 - Inclinação do forro suspenso no Edifício para as Nações Unidas Nova York, EUA, 1952-----	59
Figura 32 - Detalhe da fachada do Edifício Lever House (Manhattan, EUA, 1952) -----	59
Figuras 33A e 33B - Lever House (SOM – Manhattan EUA, 1952) e-----	60
Figura 34 – Demanda de Energia interna segundo Ministério de Minas e Energia (Brasil) -----	67
Figura 35 - Oferta interna de energia (Ministério de Minas e Energia, Brasil: 2002)---	68
Figura 36 – Estrutura da oferta interna de energia (%)-----	69
Figura 37- Potencial eólico no nordeste brasileiro (em comparação com o fluxo de água do Rio São Francisco)-----	73
Figura 38 - Brasil (temperaturas) -----	74
Figura 39 – Brasil (insolação anual) -----	76
Figura 40 - Controle Remoto utilizado pelos pacientes-----	93
Figura 41 - Fachada do BRE Environmental Building – Garston, Reino Unido (1996)---	95
Figura 42 - Planta Baixa BRE Environmental Building -----	96
Figura 43 – Esquema da ventilação cruzada (verão)-----	97
Figura 44 – Esquema da ventilação forçada-----	97
Figura 45 – Lajes BRE Environmental Building -----	98
Figura 46 - Sistema para piso/teto desenvolvido em pelo Mellon Research Institute, Pittsburg (1932)-----	98
Figura 47 – Protetores solares-----	99
Figura 48 - Iluminação interna por reflexão-----	99
Figura 49 - Iluminação artificial indireta nos escritórios -----	100
Figura 50 - Iluminação artificial indireta, por reflexão no teto, utilizada por Le Corbusier na Villa Savoye -----	101
Figura 51 - Geração de energia - Paineis fotovoltaicos -----	101
Figura 52 - Commerzbank Headquarters -----	102
Figura 53 – Visibilidade intra-edificação -----	103
Figura 54 – Planta da edificação (Commerzbank Headquarters) -----	104
Figura 55 – Base da torre (Commerzbank Headquarters)-----	104

Figura 56 – Divisão das secções (Commerzbank Headquarters)-----	105
Figura 57 – Esquema de circulação interna do ar-----	106
Figura 58 – Esquemas de ventilação através dos jardins internos (verão/ inverno) Commerzbank Headquarters-----	107
Figura 59 – Ilustração da vista externa (fachadas SE e SO)-----	109
Figura 60 – Localização do Edifício Carlos Gomes Center na cidade de Porto Alegre. -	110
Figura 61 - Malha da estrutura de concreto armado -----	113
Figura 62 – Pórtico de entrada (ilustração)-----	114
Figura 63 – Pavimento Tipo -----	115
Figura 64 – Divisão dos controles de condicionamento de ar -----	116
Figura 65 –Pavimento Tipo (maquete eletrônica) -----	117
Figura 66 - Esquemas de distribuição do cabeamento-----	117
Figura 67 - Perímetro de abrangência do sensor de proximidade -----	119
Figura 68 – Esquema do retorno do sistema de ar-condicionado -----	120
Figuras 69A e 68B - Plaza Centenário (Robocop) e Birman 31 - São Paulo-----	136

2. FOTOS

Foto 1 – Placa da porta de acesso à Sala de Automação-----	62
Foto 2 – Acesso para veículos -----	112
Foto 3 – Vista externa do Carlos Gomes Center (2003) -----	112
Foto 4 – Lobby do Edifício Carlos Gomes Center (2003)-----	115
Foto 5 – Shafts (backbone)-----	118
Fotos 6A e 6B – Controle de acesso (cartão magnético) -----	118
Foto 7 – Sala de segurança (CFTV)-----	119

3. GRÁFICOS

Gráfico 1 - Médias aritméticas dos resultados individuais -----	123
Gráfico 2 – Análise individual (Questão 5) -----	125
Gráfico 3 - Análise individual (Questão 6)-----	126
Gráfico 4 - Análise individual (Questão 7)-----	128
Gráfico 5 - Análise individual (Questão 8)-----	129
Gráfico 6 - Análise individual (Questão 9)-----	130
Gráfico 7 - Análise individual (Questão 16)-----	130
Gráfico 8 - Análise individual (Questão 17) -----	131
Gráfico 9 - Análise individual (Questão 19)-----	131

Gráfico 10 - Análise individual (Questão 20)-----	132
Gráfico 11 - Análise individual (Questão 25) -----	132
Gráfico 12 - Análise individual (Questão 27) -----	133
Gráfico 13 – Análise individual (Questão 28)-----	134