UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

Área de Concentração:
ESTRUTURAS AMBIENTAIS URBANAS
Curso de Pós-Graduação

Prof^{fa} Dr^a Sheila Walbe Ornstein
Orientadora

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE EDIFÍCIOS DE
ESCRITÓRIOS AUTOMATIZADOS ATRAVÉS
DA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO.**

Brenda Chaves Coelho Leite

São Paulo

1997

Desenho original da capa:

Pfeiffer, Bruce Brooks. Master Drawings from the Frank Lloyd Wright. New York,
Thames and Hudson, 1990, p.111.

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE EDIFÍCIOS DE
ESCRITÓRIOS AUTOMATIZADOS ATRAVÉS DA
AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO.**

BRENDA CHAVES COELHO LEITE

Dissertação apresentada à Faculdade
de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do grau de mestre.

Apoio: Fundação de Amparo à
Pesquisa do Estado de São Paulo -
FAPESP.

São Paulo

1997

LEITE, Brenda Chaves Coelho.

Análise do Desempenho de Edifícios de Escritórios Automatizados Através da Avaliação Pós-Ocupação. São Paulo, FAU/USP, 1997.

1v.; 385 p. il.

Dissertação - Mestrado - FAU/USP

Inclui Anexo.

1. Avaliação Pós-Ocupação. 2. Edifícios de Escritórios. 3. Automação. 4. Análise de Desempenho.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Sheila Walbe Ornstein, pela sua dedicação e eficiência no decorrer desse mestrado, além da sua inestimável compreensão nos meus momentos difíceis.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo apoio institucional e financeiro, que permitiu a dedicação às atividades acadêmicas.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Andrade Romero da FAU e às bolsistas de iniciação científica - CNPq, Sandra Soares de Oliveira, sob orientação da Prof^a Dr^a Sheila Walbe Ornstein e Mariana Tavares, sob orientação da Prof^a Dr^a Heliana Comin Vargas, por terem comigo participado e colaborado para a realização das medidas nos edifícios.

Às professoras da FAU: Dr^a Márcia P. Alucci e Anésia B. Frota, pela colaboração e assessoria no decorrer das medidas.

Ao Prof. Dr. Ualfrido Del Carlo, pela sua valiosa contribuição aos meus conhecimentos e à complementação da dissertação.

Ao Dr. Dacio A. B. Ottoni, pela contribuição à essa dissertação, à época do exame de qualificação.

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT, através de Walter Link, Manoel Antonio Pires Castanho e Jane Cleide Goveia, dos Laboratórios de Vazão, Metrologia e Ótica, pela gentileza da aferição e calibração de instrumentos de medição.

À Prefeitura do Município de São Paulo - Secretaria de Finanças - por ter providenciado a fonte de consulta para o início da pesquisa.

À Dr^a Rosária Ono, pelo apoio durante algumas visitas aos edifícios.

Aos arquitetos Raquel Domingues e Prof. Dr. Gian Carlo Gasperini, responsáveis pelos projetos arquitetônicos dos edifícios “A” e “B”, respectivamente, pelas informações a respeito de seus projetos.

Ao Ricardo Brenha, por ter possibilitado o desenvolvimento desta pesquisa, junto ao edifício "A".

Ao Carlos Roméro A. Moderno, pela grande colaboração através das longas entrevistas técnicas a respeito do funcionamento do edifício "A", o que permitiu um amplo conhecimento a respeito do desempenho do sistema de automação e dos sistemas prediais, de uma maneira geral.

Ao Prof. Carlos Roberto Faccina, por ter possibilitado o acesso ao edifício "B" para a realização da pesquisa.

Ao Antônio Kliukas e ao Luis Carlos Capoleto, que, além de viabilizar o acesso ao edifício “B”, dispuseram de grande parte de seu valioso tempo, fornecendo as informações por mim solicitadas.

Aos técnicos de manutenção e de segurança de ambos os edifícios, pela colaboração ao desenvolvimento dos trabalhos de campo.

Aos funcionários de ambos os edifícios em geral, pela colaboração na aplicação dos questionários.

Ao Wesley Garcia Jansen e ao Dr. Vicente do Rego Manito, pela apresentação desta mestranda junto às administrações dos dois edifícios, para possível acesso aos mesmos.

À Nestlé.

Ao ABN-AMRO Bank.

Aos meus pais, familiares e amigos pelo apoio e incentivo durante esses três anos de mestrado.

A Deus, por tudo.

**Ao meu esposo, Renato e aos meus
filhos Débora, Sérgio e Daniel,
dedico este trabalho, com amor.**

**Agradeço-lhes a compreensão que
tiveram durante esta jornada.**

**Agradeço-lhes por preencherem tão
carinhosamente a minha vida.**

RESUMO

Este trabalho é o resultado de uma avaliação de desempenho de dois edifícios de escritórios automatizados, construídos e ocupados no início da década de 90, na cidade de São Paulo. Seu principal objetivo é fornecer indicadores, para retroalimentação de projetos, obtidos pela aplicação de métodos e técnicas da Avaliação Pós-Ocupação. Contém os procedimentos de pesquisa, diagnósticos e conclusões parciais das duas principais etapas: avaliação do nível de satisfação dos usuários e avaliação técnica, relativas aos aspectos de conforto ambiental, segurança pessoal e patrimonial e economia de energia elétrica, como elementos ligados à automação predial. Enfatiza os aspectos de conforto, cruzando a ótica do usuário com medições de temperatura, umidade do ar e iluminação, realizadas nos ambientes, sob o ponto de vista de suas necessidades e o potencial de conservação de energia oferecido pelos edifícios. Apresenta também o estado da arte dos serviços de segurança e economia energética instalados. Ao final, contém conclusões gerais, onde os edifícios estudados são inseridos no contexto mundial sob o ponto de vista de seu desempenho, face aos resultados de outras pesquisas semelhantes realizadas tanto no Brasil como no exterior. Além disso, são destacadas algumas inovações tecnológicas possíveis de serem utilizadas nos edifícios, para melhoria de seu desempenho.

ABSTRACT

This thesis is based on the results of a performance evaluation of two automated office buildings located in the city of São Paulo, which were constructed and occupied in the early 1990s. Its principal objective is to develop indicators, obtained by the application of methods and techniques of Post-Occupancy Evaluation, to provide feedback for new designs. It contains the research procedures, methods and partial conclusions of the two principal stages of research: evaluation of the level of user satisfaction and a technical evaluation, addressing environmental comfort, personal and property security, and conservation of electrical energy, as elements linked to building automation. It emphasizes the element of comfort, linking the point of view of the users with measurements of temperature, humidity and lighting taken in the office environment, and taking into account the needs of the users and the building's potential for energy savings. It also describes the state of the art in security services and energy management services. Finally, it presents general conclusions, where the case studies are inserted into a global context from a performance point of view, and compared to the results of other similar research projects carried on in Brazil and in other countries. The thesis also emphasizes some possible technological innovations which could be used in buildings, leading to improved performance.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
 CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO	 1
1.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 MÉTODOS ADOTADOS	4
 CAPÍTULO 2- EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ARQUITETURA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS	 7
 CAPÍTULO 3- AUTOMAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS - Conceituação e Exemplos.	 26
3.1 PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS PELOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL	31
3.1.1 Funções de Gestão	34
3.1.2 Funções de Segurança	35
3.1.3 Funções de Controle de Energia	36
3.2 ARQUITETURA DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SEUS PRINCIPAIS ELEMENTOS	36
3.3 PRINCIPAIS SETORES DOS EDIFÍCIOS QUE UTILIZAM TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO, COM MEIOS ATUALMENTE DISPONÍVEIS	50
3.3.1 Gerenciamento Automático das Instalações	53
3.3.1.1 Elétrica e Iluminação	53

3.3.1.2	Hidráulica	54
3.3.1.3	Condicionamento Ambiental	54
3.3.2	Economia energética	56
3.3.3	Controle dos serviços de segurança	57
3.3.3.1	Segurança Pessoal	59
3.3.3.2	Segurança Patrimonial	60
3.3.4	Automação de escritórios	63
3.3.5	Telecomunicações	64
3.3.6	Domótica	66
CAPÍTULO 4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE	69
	AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO	
4.1	UMA VISÃO GERAL SOBRE A AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO) NO BRASIL E NO EXTERIOR	69
4.2	DESCRIÇÃO SUCINTA DO MÉTODO, ÀS VISTAS DA PESQUISA DE MESTRADO	73
CAPÍTULO 5	DEFINIÇÃO DA AMOSTRA E CARACTERIZAÇÃO	79
	DOS ESTUDOS DE CASO	
5.1	PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DA AMOSTRA	79
5.1.1	Seleção dos Edifícios	80
5.2	CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDOS DE CASO	91
5.2.1	Edifício "A"	91
5.2.2	Edifício "B"	95
CAPÍTULO 6	APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS DA	100
	AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO: Aferição do Nível de Satisfação dos Usuários	

6.1	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	101
6.1.1	Definição e Notas gerais Sobre Desempenho	101
6.1.2	Critérios de Desempenho para Edifícios de Escritórios	103
6.2	LEVANTAMENTO DE DADOS, APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS	107
6.2.1	Visitas aos edifícios e entrevistas com pessoas chave	107
6.2.2	Levantamento documental dos edifícios	109
6.2.3	Registros fotográficos	109
6.2.4	Observações físicas	121
6.2.5	Levantamento cadastral	122
6.3	TABULAÇÃO DOS DADOS COLETADOS ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIOS	130
6.4	DIAGNÓSTICOS PRELIMINARES	140
6.4.1	Diagnóstico Referente ao Edifício "A"	141
6.4.2	Diagnóstico Referente ao Edifício "B"	144
CAPÍTULO 7	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SOB O PONTO DE VISTA TÉCNICO: Uma Análise dos Aspectos de Conforto Vinculados ao Sistema de Automação	148
7.1	PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÕES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	149
7.1.1	Mapeamento dos Pontos Medidos	149
7.1.2	Procedimentos Adotados para Medições de Temperatura e Umidade Relativa do ar nos Ambientes e Caracterização dos Aparelhos Utilizados	153
7.1.3	Procedimentos Adotados para Medição de Iluminação Natural e Artificial nos Planos de Trabalho e Caracterização dos Aparelhos Utilizados	157
7.1.4	Aferição dos Aparelhos e Resultados das Aferições	159
7.1.4.1	Considerações relativas às medições de temperatura e	160

umidade e aos aparelhos utilizados	
7.1.4.2 Considerações relativas às medições de iluminação e aos luxímetros	160
7.1.4.3 Resultados das aferições dos aparelhos	161
7.2 CONFORTO LUMINOSO	165
7.2.1 Conforto Visual e Conservação de Energia Elétrica	165
7.2.2 Características dos Sistemas de Iluminação dos Edifícios	168
Estudos de Caso (“A” e “B”)	
7.2.2.1 Edifício "A"	168
7.2.2.2 Edifício "B"	171
7.2.3 Avaliação de Desempenho do Sistema de Iluminação dos Edifícios Estudos de Caso	174
7.2.3.1 Análise da Contribuição da Iluminação Natural Através de Dados Experimentais	175
7.2.3.2 Análise da Iluminação Artificial Baseada em Dados Coletados Através de Medições	191
7.2.4 Conclusões Parciais	197
7.3 CONFORTO TÉRMICO	199
7.3.1 Considerações Preliminares	199
7.3.2 Características Físicas dos Edifícios	201
7.3.2.1 Características arquitetônicas e de instalações	201
7.3.2.2 Características dos sistemas de ar-condicionado	208
7.3.2.3 Distribuição do ar-condicionado nos pavimentos	216
7.3.2.4 Noções gerais sobre o controle do ar-condicionado através do sistema de automação	220
7.3.3 Análise Técnica das Condições Ambientais Baseada em Dados Coletados Através de Medições	225
7.3.3.1 Edifício "A"	226
7.3.3.2 Edifício "B"	236
7.3.4 Conclusões Parciais	245
7.3.4.1 Edifício "A"	245

7.3.4.2	Edifício "B"	249
CAPÍTULO 8	OUTROS SERVIÇOS INTEGRADOS AO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO	251
8.1	SERVIÇOS DE SEGURANÇA	252
8.1.1	Segurança Pessoal - Detecção e Combate a Incêndios	253
8.1.1.1	Medidas de Proteção	258
8.1.1.2	Integração	263
8.1.1.3	Verificação in loco das condições dos sistemas de segurança contra incêndios	269
8.1.2	Segurança Patrimonial - Sistemas de Controle	283
8.1.2.1	Requisitos de projeto de sistemas de segurança	285
8.1.2.2	Integração de sistemas	287
8.1.2.3	Verificação in loco das condições do sistema de segurança patrimonial	288
8.1.3	Elevadores	309
8.1.3.1	Dimensionamento, distribuição e alguns tipos de elevadores	310
8.1.3.2	Os sistemas de elevadores implantados nos edifícios estudos de caso	319
8.2	ASPECTOS DE ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA	324
8.2.1	Gerenciamento de Energia Elétrica	325
8.2.2	Gerenciamento de energia elétrica nos edifícios estudos de caso	328
CAPÍTULO 9	CONCLUSÕES GERAIS	333
CAPÍTULO	BIBLIOGRAFIA	342

CAPÍTULO	ANEXO	358
11		
	Tabela dos Dados Coletados Através de Questionários	359
	Tabelas de Medidas de Iluminação Natural - Edifício "A"	363
	Tabelas de Medidas de Iluminação Natural - Edifício "B"	364
	Tabelas de Medidas de Iluminação Artificial - Edifício "A"	367
	Tabelas de Medidas de Iluminação Artificial - Edifício "B"	369
	Quadro de legenda referente às tabelas de temperatura e umidade - Edifício "A" e Edifício "B"	371
	Tabelas de Medidas de Temperatura e Umidade - Edif. "A"	371
	Tabelas de Medidas de Temperatura e Umidade - Edif. "B"	374
CAPÍTULO	ÍNDICE REMISSIVO	376
12		
	12.1 FIGURAS	376
	12.2 FOTOS	379
	12.3 GRÁFICOS	384
	12.4 QUADROS	384
	12.5 TABELAS	384

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.

Este é um trabalho de avaliação de desempenho em edifícios de escritórios que utilizam tecnologia disponível no gerenciamento de suas instalações e serviços, situados na cidade de São Paulo; trata-se de um exercício de Avaliação Pós-Ocupação constituído por dois estudos de caso desse tipo.

Esses exemplares são produtos das grandes mudanças que o cenário dos edifícios de escritórios tem sofrido ao longo do tempo. À época atual, encontramos, no seu conjunto, edificações que utilizam novas tecnologias, tanto no que se refere a sistemas construtivos quanto ao emprego de equipamentos destinados a promover conforto e segurança aos usuários no seu ambiente de trabalho, pretendendo-se, com isto, alcançar altos índices de produtividade. Além disso, levando-se em conta a eminência da escassez de recursos energéticos e os custos significativos do seu consumo, há uma preocupação inclusive com a modernização dos equipamentos e serviços, adotando-se o emprego de alta tecnologia da informação e sistemas de controle eletrônico nas instalações, apontando na direção da minimização de custos, conservação de energia e bem estar do usuário.

A preocupação com o valor estético dessas edificações é também um aspecto marcante, tanto que a maioria dos edifícios de escritórios acima referidos se destacam na região em que se situam. Além disso, forma, dimensão e orientação dos edifícios, bem como os componentes empregados na sua construção, principalmente os de fachada, representam um papel importante no seu desempenho, já que tanto atuam diretamente nas condições de conforto ambiental quanto interagem com a vizinhança, numa relação de benefícios ou prejuízos entre as partes.

Considerando que o edifício não constitui um elemento isolado e que seu desempenho depende das interfaces existentes entre a própria edificação e suas instalações e serviços e ainda se destina a alojar pessoas, propiciando-lhes condições favoráveis ao desenvolvimento de suas tarefas, ele interage com o meio ambiente. Seu desempenho é resultado do sincronismo entre esses aspectos durante a operação, manutenção e uso.

“No entanto, e particularmente, devido às muitas novidades geradas pela indústria de equipamentos de automação de edifícios, sente-se que há controvérsias como: quais são os melhores sistemas de cabeamento; quanto é preciso de cabeamento e periféricos para um sistema esperto; que tipo de assoalho e teto têm melhor desempenho; quanto de energia elétrica é necessário para a próxima geração de equipamentos; como melhor planejar, estimar custos e conseguir ajuda para suas necessidades de comunicação; como lidar com as readaptações na edificação, etc. Todas essas questões geram opiniões diferentes” (STITT, 1989. p.288), tanto no âmbito de projetos como no âmbito empresarial, aqui representados pelo cliente e pelo empreendedor.

Considerando que a automação em edifícios consiste em gerenciamento basicamente realizado através de *hardwares* e *softwares* específicos para cada aspecto e que esses *softwares* incorporam algoritmos que dependem de inúmeras variáveis, as interrelações de aspectos técnico-construtivos e de gerenciamento automatizado das instalações e ainda sujeitas às ações dos usuários, constituem fator fundamental para a definição dos valores atribuídos a essas variáveis em tempo real. Esses valores são representados pelas informações colhidas nos locais específicos através de elementos

físicos, como por exemplo sensores, as quais, processadas e comparadas com parâmetros preestabelecidos, determinam respostas ao setor solicitante. Esta pesquisa enfoca essas interrelações quantificando e qualificando as contribuições de cada setor para a obtenção de um resultado desejável de uso, operação e manutenção.

1.2 - OBJETIVOS

Partindo do princípio que a implementação da tecnologia de automação nos edifícios promove melhoria na sua eficiência e que essa eficiência melhorada é traduzida em resultados de economia, segurança e conforto, definimos como objetivo para a pesquisa de mestrado, a análise do desempenho de dois edifícios de escritórios que incorporam essa tecnologia ao nível de disponibilidade à época de sua construção, com a finalidade de definir indicadores adequados de desempenho, para a retroalimentação de projetos de edifícios semelhantes. Destacamos que os aspectos sujeitos à análise correspondem aos setores gerenciados ou supervisionados por computador. Limitamos este trabalho a esses setores por estarem diretamente ligados aos objetivos da pesquisa. Ver fig. 1.1.

Os indicadores referidos representam o resultado de uma avaliação técnica de desempenho de setores automatizados, tendo como ponto de partida, a definição desse mesmo desempenho sob a ótica do usuário, através da aferição do seu nível de satisfação.

Esta proposta visa fornecer insumos para controle de qualidade nos edifícios de escritórios automatizados; insumos esses que deverão contribuir para nortear os profissionais na elaboração dos projetos, cujos resultados refletirão no desempenho do produto final. Entendemos aqui como projetistas, não apenas os arquitetos, como também todos os outros especialistas em projetos complementares, como por exemplo, projetistas de automação de edifícios.

Sendo assim, no sentido de verificar o desempenho desse conjunto, apontando as compatibilidades e incompatibilidades entre os fundamentos da automação e a

concepção do edifício, é que estamos concentrando nossos esforços ao nível de mestrado. Isto se justifica pela escassez de informações relativas ao desempenho desse tipo de edificação.

1.3 - MÉTODOS ADOTADOS.

Utilizando as técnicas e instrumentos próprios dos métodos de Avaliação Pós-Ocupação e Avaliação Durante Operação (ALMEIDA, 1994), pretendemos diagnosticar as condições de desempenho desses edifícios, inclusive com a determinação de indicadores. Entendemos que diagnósticos precisos e detalhados desses edifícios podem ser mais relevantes, do ponto de vista de mestrado, do que propriamente tentativas de recomendações para futuros projetos. Essas recomendações poderão ser resultados, isto sim, de um estudo posterior mais aprofundado, tendo em vista a amplitude e complexidade dos aspectos abordados.

Os insumos obtidos da avaliação dos dois exemplares deverão fazer parte de um banco de dados que terá origem em uma pesquisa mais ampla em Avaliação Pós-Ocupação, em desenvolvimento junto ao NUTAU - FAU-USP (Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), sob a coordenação da Prof^a Dr^a Sheila Walbe Ornstein, do Departamento de Tecnologia da FAUUSP e que conta com o apoio da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo)¹. Destacamos que a pesquisa de mestrado aqui referida é parte integrante desta pesquisa mais ampla e se desenvolve simultaneamente à mesma, dado que os objetos de estudo e o método adotado são comuns às duas pesquisas. Entretanto, os dados utilizados para a realização deste trabalho constituem apenas uma parte da totalidade das informações colhidas, mesmo porque esses dados são específicos para a análise em questão.

Para maior entendimento da abrangência da pesquisa de mestrado, apresentamos o diagrama seguinte (fig. 1.1), o qual caracteriza os tópicos específicos da dissertação, destacando os pontos abordados.

¹ Título da pesquisa: Avaliação Pós-Ocupação de Ambientes Urbanos Significativos: Estudos de Caso - Edifícios Destinados à Educação Básica e à Prestação de Serviços e Escritórios, a qual inclui quatro (04) edifícios de escritórios, ou seja, outros dois tradicionais além daqueles integrantes deste mestrado.

A pesquisa de mestrado em desenvolvimento constitui apenas um segmento da pesquisa mais ampla e, além disso, a amostra utilizada para este estudo significa apenas uma parte da amostra sujeita à avaliação da equipe interdisciplinar. Sendo assim, os resultados obtidos através desta pesquisa não constituirão fato isolado do contexto geral; além disto, esses resultados contribuirão para o diagnóstico mais amplo sob o ponto de vista da pesquisa maior.

De acordo com o exposto anteriormente, sendo a dissertação um exercício de Avaliação Pós-Ocupação, todo o processo referente à aferição do nível de satisfação do usuário é fundamental ao desenvolvimento da pesquisa de mestrado, visto que as opiniões dos mesmos, seu comportamento e suas sensações, têm papel norteador para uma análise de desempenho dos aspectos ligados ao conforto, segurança e abastecimento que, no caso, são gerenciados ou supervisionados por computador. Este nível de abordagem significa incremento de qualidade às informações utilizadas nos *softwares* de gerenciamento das instalações e serviços.

Utilizando-se de dados coletados através de questionários, entrevistas e observações físicas, como exemplo, dados relativos à iluminação do ambiente, conforto térmico, segurança contra incêndio, comunicação e outras, se obtiverem informações importantes para a elaboração de um mapeamento dos pontos a serem analisados através de medidas físicas. Finalmente, a obtenção dessas informações constitui a primeira etapa da pesquisa, a qual é caracterizada pela aferição do nível de satisfação do usuário, conforme discriminado na fig. 1.1.

A segunda etapa é representada pela AVALIAÇÃO TÉCNICA dos aspectos citados anteriormente. O desenvolvimento dessa etapa tem como subsídio, a opinião dos usuários, medidas de conforto ambiental realizadas, entrevistas técnicas com pessoas chaves e os projetos específicos dos aspectos em análise. Envolve conhecimentos conceituais e práticos de cada área avaliada e conta, inclusive, com apoio de técnicos especialistas em cada assunto abordado. Nesta etapa, além das técnicas de Avaliação Pós-Ocupação, utilizamos técnicas e instrumentos de Avaliação Durante Operação (ADO), sugeridas por Almeida (1994).

CAPÍTULO 2

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ARQUITETURA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS.

Desde a antiguidade, a **consciência do espaço interior** tem um significado essencial na Arquitetura. Das expressões arquitetônicas gregas e romanas, marcadas pela monumentalidade, pela estática e a supremacia militar e política aos exemplares contemporâneos, voltados para a dinâmica empresarial e a economia, ocorreram grandes transformações na forma de ocupação dos espaços e, conseqüentemente, na concepção e realização das edificações, determinadas por essa consciência.

As obras arquitetônicas da antiguidade se destacavam pela exaltação às envoltórias, com grandes átrios vazios iluminados naturalmente através de cúpulas. A partir da Idade Média, nos séculos XI e XII, no período Românico, houve um desaparecimento do átrio e surgimento das formas estruturais, representadas pelo engrossamento das paredes, cujo conceito foi aperfeiçoado no período Gótico, quando sofreu redução em seu peso próprio e adquiriu continuidade, tornando-se elemento de sustentação para as coberturas.

Fig. 2.1 - Pantheon romano.
 Fonte: Magalhães (1995, p. 36)

Segundo Zevi (1966), com o Renascimento, na Itália (Séc. XIII e XIV), foi ressaltada a originalidade das obras arquitetônicas com Brunelleschi. Pela primeira vez, já não é o edifício que possui o homem, mas este que, aprendendo a lei simples do espaço, possui o segredo do edifício.

Essa época, definida pelas construções baseadas em eixos ortogonais, com espaços medidos e construídos segundo relações matemáticas simples, constitui o berço da experiência moderna. Os espaços centrais que antes eram vazios, passam a ser preenchidos, por volta do século XV e, nos dois séculos seguintes, no período Barroco, a simetria, até então fortemente adotada, é rompida. Nessa mesma época, houve a introdução do vidro transparente, para valorização da natureza através do interior dos edifícios.

Segundo Caldeira (n.9, s.d.), a evolução dos escritórios vem acontecendo desde a Idade Média, quando salas destinadas ao trabalho escritural (**scriptorium**) eram ocupadas por monges que se dedicavam à leitura e outras atividades afins. O primeiro edifício administrativo especializado é, possivelmente, o conjunto dos Uffizi, construído entre 1560 e 1574 em Florença, por Giorgio Varsari, para a família Médici. O complexo era composto por dois edifícios estreitos e compridos, de três pavimentos, dispostos paralelamente e separados por uma rua estreita.

O Século XIX, da Idade Moderna, marcado pelas Guerras Mundiais, foi decisivo para as grandes transformações no modo de vida das pessoas, o que refletiu significativamente nas concepções arquitetônicas, segundo Zevi (1966).

O autor argumenta que, apesar dos estilos góticos, barrocos e renascentistas ainda se mostrarem presentes nas edificações, o conceito do espaço interior sofreu modificações radicais, com a introdução da **planta livre**, caracterizada por lajes apoiadas em estruturas esbeltas de concreto armado ou aço; esse tipo de estrutura permitia grandes aberturas nas fachadas e amplo emprego dos vidros, possibilitando maior integração do interior com a natureza.

As plantas livres, produtos de ideais de **funcionalismo** e **movimento orgânico**, representam os primeiros passos para a **flexibilidade** de *lay out*, hoje largamente empregado.

Como consequência da Revolução Industrial, as atividades de escritórios foram se tornando mais complexas, surgindo então, diferenciações hierárquicas e funcionais, onde os funcionários de postos mais elevados passam a ocupar salas privativas com possibilidade de visão do exterior através de janelas.

Até 1873, quando surgiram as primeiras máquinas de escrever, quase não houve modificações nos ambientes de escritórios. A partir da Primeira Guerra Mundial, com a expansão industrial e o crescimento do comércio, surgem, pelo advento da concorrência, os conceitos de racionalização e aumento de eficiência no trabalho. Caldeira (n.9, s.d.) sugere que um novo arranjo espacial dos escritórios se firmou, desde 1890 (o Taylorismo - Frederick W. Taylor - 1856/1915), caracterizado como um espaço único para os funcionários de escalões inferiores, com mesas enfileiradas paralelamente, voltadas para um chefe.

O trabalho começa a ser padronizado, com tempos determinados para o desenvolvimento de suas tarefas, controlados pelo relógio de ponto. O *lay out* taylorista, entretanto, não só não elimina as diferenças qualitativas dos postos de trabalho como as incentiva, destinando aos gerentes e chefes, salas privativas

delimitadas por divisórias semi-envidraçadas, situadas ao longo do perímetro de um grande salão central, ocupado pelos demais funcionários. Este esquema é conhecido como **lay out americano**, o qual difere substancialmente ao que prevaleceu na Europa até há pouco tempo, das pequenas salas distribuídas ao longo de corredores, em áreas distintas dos salões tayloristas. Em ambos os casos, os funcionários de cargos mais elevados ocupavam pavimentos superiores e com melhor visibilidade externa e iluminação, além de facilidades privativas e acesso restrito.

Acompanhando essas evoluções na organização espacial, o mobiliário se tornou objeto de transformações, inclusive sob o ponto de vista da ergonomia, passando a ser dimensionados e configurados segundo padrões determinantes dos parâmetros físicos do ambiente e dos instrumentos de trabalho.

Conforme vários autores consultados, a evolução da arquitetura dos edifícios de escritórios, sofreu uma grande contribuição da **Escola de Chicago**, nos Estados Unidos, no final do século passado, a partir de Louis Sullivan e à grande produção de escritórios como Baron ou Holabird & Roche, com a construção de edifícios altos estruturados em concreto armado ou aço, cujas fachadas perderam a função estrutural, possibilitando grandes aberturas e a introdução das fachadas inteiramente envidraçadas (a partir de 1940), procurando obter melhorias nas condições de iluminação. Houve uma mudança no conceito da distribuição dos pilares, permitindo a ocupação dos espaços com *lay outs* flexíveis e independentes da arquitetura, cuja tendência se confirmou através dos anos seguintes.

Esse conceito de integração da arquitetura, o *design* dos ambientes e os instrumentos de trabalho foi aplicado mais expressivamente por **Frank Lloyd Wright**, segundo Caldeira (n.9, s.d.), no edifício **Larkin Building** (foto 2.1), construído em Buffalo, nos Estados Unidos, em 1904. O espaço livre para ocupação dos funcionários de baixo escalão situava-se no átrio central, com pé-direito elevado, circundado por salas privativas dos funcionários mais graduados. As circulações verticais e serviços situavam-se em torres nos quatro cantos do edifício. Adotou-se, pela primeira vez, o sistema de ar-condicionado central e mobiliário específico. O *lay out* adotado, no entanto, permaneceu linear, antecipando o modelo taylorista proposto cerca de uma

década depois. Em 1936, Wright introduziu os famosos pilares de capitel circular em seu projeto para o S. C. Johnson and Son Administration Building (foto 2.2), em Racine, Wisconsin, antecipando as novas transformações que ocorreram a partir das décadas de 50 e 60, com a crise do taylorismo.

Foto 2.1 - Larkin Building - Frank L. Wright - 1904.
Fonte: Caldeira (coord. - nº 9, s.d.)

Foto 2.2 - Johnson Wax Building - Frank L. Wright - 1936/1939.
Fonte: Caldeira (coord, - nº 9, s.d.)

Wright, que se evidenciou pelo conceito do movimento orgânico, baseado na continuidade espacial expansiva (núcleo central e vazios em todas as direções) como uma tradução do espaço interior, valorizou mais a natureza (o exterior) do que Le Corbusier, que fundamentou suas obras no funcionalismo, utilizando os recursos da geometria, malhas estruturais, continuidade entre andares.

Ambos os expoentes da Arquitetura Moderna atuaram mais expressivamente na América do Norte e Europa, além de países orientais e da América do Sul (por exemplo, Corbusier no Brasil), tornando-se pontos de referência e “mestres” para os arquitetos que se sucederam, até a atualidade.

Nesta mesma linha, destacamos também a importância da contribuição de Mies van der Rohe, que se notabilizou pelo uso dos vidros, desde a década de 20, enfocando o jogo de reflexos da lua nesses.

Como Wright e Corbusier, Mies enfatizou a importância da economia, racionalização e padronização na construção. Segundo Frampton (1983), Mies destacou a flexibilidade dos ambientes, pela sua crescente complexidade, como uma previsão do que iria acontecer no futuro. Essa ênfase se deveu ao conceito de que os escritórios eram “casas de trabalho” e deveriam ter salas luminosas e amplas, fáceis de supervisionar e com divisões apenas o necessário às necessidades da empresa, distribuídas de forma espacial centrífuga. Para isso, utilizou largamente o concreto, o ferro e o vidro em suas construções.

Foto 2.3 - Seagram Building
New York - EUA.
Mies van der Rohe - 1958
Fonte: Frampton (1983, p. 240)

Foto 2.4 - I. I. T. - Chicago - EUA
Mies van der Rohe - 1959.
Fonte: Caldeira (s.d., nº 6, s.p.)

À mesma época de atuação desses arquitetos revolucionários, outros, não menos importantes, também se destacaram, como Walter Gropius, da Escola Bauhaus, na Alemanha (início do século XX), que projetou o edifício Chicago Tribune (1922) nos Estados Unidos. No centro do movimento alemão da Bauhaus, Gropius interpreta o princípio da planta livre diferentemente de Le Corbusier e Mies. Frampton (1983) comenta que suas obras, de volumes maciços, se articulam livremente sobre o terreno e as janelas são desvinculadas da relação de proporcionalidade com as fachadas.

Foto 2.5 - Chicago Tribune - 1922 - Gropius e A. Meyer.
Fonte: Frampton (1983, p. 127).

Em suma, todos os arquitetos modernos aplicaram o princípio da planta livre, porém, de diferentes formas. Alguns com enfoques técnicos e funcionais e outros, como Alvar Aalto, por exemplo, com a humanização da arquitetura dos edifícios de escritórios, por serem esses, a “casa de todos”.

Segundo Caldeira (n.9, s.d.), a partir de 1960, surge a proposta do *Landscape Office*, inicialmente na Alemanha, pela empresa administrativa Quicborner Team, cujos conceitos condenam o modelo taylorista, de massificação e segregação hierárquica. Trata-se de uma proposta de desenvolvimento de trabalhos em um único ambiente, independentemente da posição hierárquica, sem separações físicas entre departamentos. O *lay out*, de conformações práticas, permitia combinações livres e flexíveis. No entanto, como os edifícios eram construídos para venda ou aluguel, havia dificuldade de adaptação desses às plantas. Apenas os edifícios encomendados pela empresa que os ocupariam, não apresentavam esse tipo de dificuldade; o *lay out*

era definido ainda em projeto. Com a introdução de equipamentos de informática nos escritórios, começaram a aparecer as primeiras dificuldades originadas pela flexibilidade de *lay out*. Houve a necessidade, de racionalização geométrica da planta de distribuição de móveis e acessórios, baseada na utilização de painéis divisórios autoportantes e móveis, os quais, com alturas variáveis, visavam atender às requisições de privacidade, formando malha hexagonal composta de células, como em uma colméia.

Podemos citar aqui, alguns exemplos representativos dessas edificações no exterior, construídos nas duas últimas décadas:

- Edifício da Companhia Telefônica AT & T, em Nova York, EUA (Philip Johnson & John Burgees, 1984);
- Companhia de Seguros Lloyd's Bank, em Londres, Inglaterra (Richard Rogers, 1986);
- Toshiba Headquarters, em Tokyo, Japão (Shimizu Construction Co., 1984)
- ARK Mori Buildings, em Tokyo, Japão (Irie Miyake Architects & Engineers, Imizuka Engineering Consultants, 1986);

Além desses, citamos vários outros nos Estados Unidos, como: Financial Place (Chicago), Atlanta Plaza (Atlanta), California Center (San Francisco), Federal Building East (Oregon), Plaza Towers (Chicago), World Financial Center (New York); no Japão, como: Century Towers, Crystal Tower, IBM Hakozaki Office, Japan Patent Office, MTG.

Seguem as fotos 2.6 e 2.7, demonstrativas de exemplos de edifícios recém-construídos no Japão.

Foto 2.6 - Toshiba Headquarter - Tokyo - Japão
 Fonte: Hartkopf et al (1993, p. 72)

Foto 2.7 - ARK Mori Hills Complex - Tokyo - Japão
 Fonte: Hartkopf et al (1963, p. 117)

De acordo com Frampton (1983), em meados dos anos 20, a Arquitetura Moderna começou a se desenvolver no Brasil, tendo suas origens na sociedade formada por Lúcio Costa e Gregori Warchavchik, sendo o último, responsável pelas primeiras casas cubistas no país. Com a revolução encabeçada por Getúlio Vargas, em 1930 e a nomeação de Costa para diretor da Escola de Belas Artes, a arquitetura moderna foi bem recebida no Brasil como questão política nacional. Segundo Amaral (1995), o escritório taylorista ficou conhecido no Brasil pela ocupação do edifício Alexandre Mackenzie pela *Light*, em 1928, o qual propiciava flexibilidade nas disposições internas e, já àquela época, adotava malhas de piso para cabeamento elétrico e telefônico para facilitar a flexibilidade. Esse edifício situa-se no centro de São Paulo, onde, à época era o único centro administrativo de São Paulo.

Em 1936, Le Corbusier causou impacto no América do Sul quando foi convidado ao Brasil para trabalhar como conselheiro no projeto de um novo edifício para o Ministério da Educação, no Rio de Janeiro. Esse edifício, de 16 andares, sobre pilotis, aplicou, pela primeira vez, elementos corbusianos, como o *brise-soleil*.

Foto 2.8 - Ed. Ministério da Educação - Rio de Janeiro
Costa, Niemeyer, Reidy e outros - 1936
Fonte: Caldeira (coord., s.d., n° 1)

Oscar Niemeyer, como Costa, foi também seguidor de Corbusier. Niemeyer, juntamente com Lúcio Costa e Paul Lester Wiener, projetou o Pavilhão do Brasil na Exposição Mundial de Nova York, em 1939, conseguindo o reconhecimento internacional do movimento brasileiro; Niemeyer levou o conceito corbusiano do plano livre a um novo nível de fluidez e interpenetração. Essa obra teve o paisagismo de Burle Marx, cujos projetos se converteram, depois de 1936, em uma força vital desse movimento. Entretanto, a obra que o levou a atingir o apogeu foi o Cassino da Pampulha (foto 2.9), em Minas Gerais, construído em 1942. Outro exemplo de suas obras é a Igreja da Pampulha (foto 2.10), em Belo Horizonte, Minas Gerais, construída entre 1943 e 1946. Juntamente com outros grandes nomes da arquitetura moderna, como Reidy, Rino Levi e Artigas, confirmou, segundo Bruand (1981), a arquitetura contemporânea no Brasil.

Foto 2.9 - Cassino da Pampulha
Belo Horizonte - Niemeyer - 1942
Fonte: Bruand (1981, p. 111)

Um substancial exemplo da arquitetura moderna brasileira é a cidade de Brasília, planejada por Costa, em meados da década de 50. Na opinião de vários autores, esse mega-projeto levou o progressivo desenvolvimento da arquitetura brasileira a um ponto de crise. Projetada segundo propósitos políticos

e monumentais, foi duramente criticada pela exaltação da forma, sem a preocupação da adequação de seus edifícios ao clima, de uma forma implacável contra a natureza.

A exemplo da falta de adequação, Caldeira (n.9, s.d.) aponta o edifício do Congresso Nacional-Anexo I (foto 2.11) em Brasília, cuja fachada norte é uma “cortina de vidro”, o que levou à utilização de aparelhos de ar-condicionado “de janela”, cuja eficiência, na sua opinião, é discutível e compromete a estética do edifício. Por essa razão, foram adotados, posteriormente, *brises-soleil* para minimizar os efeitos da penetração de carga térmica excessiva ao seu interior.

Foto 2.10 - Igreja da Pampulha - Belo Horizonte - MG
Oscar Niemeyer, 1946
Fonte: Caldeira (n.7, s.d., n°7, s.p.)

Foto 2.11 - Congresso Nacional (Anexo I) - Brasília
Oscar Niemeyer - 1958/1960
Fonte: Caldeira (n.1, s.d., n° 1, s.p.)

Foto 2.12 - Supremo Tribunal Federal - Brasília
Oscar Niemeyer - 1958/1960
Fonte: Bruand (1981, p. 192)

Foto 2.13 - Edifício Conde Matarazzo
São Paulo
Piacentini - anos 40
Fonte: Amaral (1995, s.p.)

No que se refere à evolução histórica dos edifícios de escritórios de São Paulo, Amaral (1995) declara que, nas décadas de 30 e 40, a exemplo de Chicago e Nova York, nos Estados Unidos, ocorreram grandes transformações no cenário administrativo dessa cidade; foram abertas grandes avenidas e construídos vários edifícios altos, se estendendo até à avenida Paulista, a qual, nos anos 70, se consolidou como pólo administrativo da cidade. Como exemplo de edifícios dessa avenida, o autor cita o edifício Conde Matarazzo, de treze andares, projetado por

Piacentini, na década de 40, como um dos primeiros dessa natureza (escritório) a ser construído no local (foto 2.13).

Nos anos 50, o cenário dessa avenida começou a mudar com a construção do Conjunto Nacional em 1956 (foto 2.14), seguido por vários como: Nações Unidas, Três Marias, Paulicéia e outros.

Foto 2.14 - Conjunto Nacional - São Paulo - 1956
Fonte: Amaral (1995, s.p.)

Na década de 60, houve a construção de grandes edifícios de escritórios panorâmicos para empresas nacionais e multinacionais, os quais apresentam características tais como: “planta livre, lajes com grande metragem quadrada, pé-direito alto para instalação de dutos de ar-condicionado, área para estacionamento, dispositivos contra incêndio, etc., para a adequação do conceito de espaço panorâmico” (Amaral, 1995, s.p.). Em seguida, nessa mesma região, foram construídos edifícios que foram ocupados por bancos (atividade predominante na avenida Paulista), como por exemplo, o City Bank, a Caixa Econômica Federal (foto 2.16) e o Banco Sul Americano (atual Itaú), Banco Safra (foto 2.15), dentre outros.

Foto 2.15 - Banco Safra - São Paulo
Fonte: Amaral (1995, s.p.)

Foto 2.16 - Caixa Econômica Federal
Fonte: Amaral (1995, s.p.)

Até o final do período do modernismo, que se consolidou na década de 50, as obras arquitetônicas ainda apresentavam traços das imagens do pós-guerra, traduzidos pela preocupação com a articulação expressiva dos elementos mecânicos e estruturais e a exatidão dos materiais que se manteve como preceito essencial da arquitetura brutalista.

A evolução da arquitetura sempre esteve relacionada com a história sócio-política e econômica da humanidade, sofrendo influências de interpretações filosófico-religiosas, materialistas e climáticas. Nos últimos trinta anos (Período Pós-Moderno), no entanto, essas influências sofreram mudanças radicais no que diz respeito aos edifícios de escritórios. Os fatores econômicos se sobrepõem às demais interpretações e a imagem da empresa representa um fator condicionante aos projetos de seus edifícios, onde o simbolismo empresarial é claramente visível.

Na última década, período em que os fatores econômicos são decisivos para a competitividade comercial, **qualidade** e **produtividade** se tornam metas para as organizações e é sobre esses quesitos que a produção arquitetônica contemporânea se fundamenta. Os projetistas, especialmente os arquitetos, buscando atingir os objetivos citados, têm procurado criar soluções arquitetônicas e tecnológicas para promover ambientes agradáveis aos usuários, condição essa, fundamental para o desempenho de suas tarefas.

Os edifícios de escritórios contemporâneos, embora continuem a ser projetados com base nos conceitos fundamentais de Wright, Corbusier, Mies, Gropius e tantos outros do início deste século, sofreram grandes mudanças, tanto no que diz respeito ao emprego de materiais quanto na introdução de produtos da tecnologia da informação para o controle de seus ambientes (instalações e serviços), fazendo-os se destacar no cenário urbano. Novos conceitos de ocupação e utilização dos edifícios são desenvolvidos, requisitando, cada vez mais, conhecimentos específicos para cada segmento do projeto e profissionais especializados. Isto significa uma nova forma de projetar; o que antes era atribuição apenas do arquiteto, hoje em dia necessita o envolvimento de vários especialistas, dada à crescente complexidade das edificações e às mudanças de conceito na projeção. E essa atividade, apesar de ser aparentemente segmentada, pela diversidade de aspectos, requer uma atuação de equipes de trabalho, de maneira integrada, onde esforços conjuntos se somam para evitar incompatibilidades.

Os edifícios da atualidade, denominados comercialmente de “Edifícios Inteligentes”, fazem parte do contexto de uma nova era, marcada, como todas outras, por uma revolução; esta, considerada como uma “Segunda Revolução Industrial”, a da Informática.

Edifícios dessa natureza têm sido concebidos em todas as partes do mundo, segundo padrões internacionais, baseados em conceitos comuns. Hoje, pelo advento da globalização, as evoluções tecnológicas são rapidamente absorvidas pelo mercado das construções, possibilitando aplicações imediatas, adequadas ou não à cultura,

clima e situações econômicas de cada local, diferenciando as produções arquitetônicas basicamente naquilo que se refere ao seu desempenho.

No Brasil, edifícios com essas características têm sido construídos basicamente nas grandes cidades. Especialmente em São Paulo, desde o início dos anos 80, começaram a ser edificados vários exemplares na região da avenida Nações Unidas (Marginal do Rio Pinheiros), região essa, que atualmente representa o centro administrativo da cidade. Os edifícios, geralmente ocupados por empresas industriais que descentralizaram a função produtiva da administrativa, recebem a denominação de “edifícios inteligentes” e a região em que se situam, assume o “status de território inteligente” (Amaral, 1995, s.p.).

Citamos alguns exemplos de edifícios construídos em São Paulo nas duas últimas décadas, quais sejam: Citibank, Centro Empresarial Itaú, Sede do grupo Gomes de Almeida Fernandes, Ed. Philips (sediado atualmente pela Nestlé), World Trade Center, Ed. Delta Plaza, Ed. Os Bandeirantes, Chase Manhattan, Edifício “Birmann 20” e Edifício “Birmann 21”. As fotos seguintes representam alguns desses edifícios citados.

Foto 2.17 - Edifício Bandeirantes
São Paulo
Fonte: Folder Técnico

Foto 2.18 - Chase Manhattan - São Paulo

Foto 2.19 - Edifício Birmann 20
São Paulo
Fonte: Folder Birmann

Foto 2.20 - Edifício Birmann 21
São Paulo
Fonte: Folder Birmann

CAPÍTULO 3

AUTOMAÇÃO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS - Conceituação e Exemplos.

Neste trabalho, apresentamos conceitos relativos à automação, os quais consideramos ser essenciais para o desenvolvimento da pesquisa. O conhecimento dos fundamentos, sobre os quais se baseiam os sistemas de automação, da distribuição dos elementos constituintes desse sistema, bem como de suas funções, tornou-se necessário e imprescindível para a viabilização das avaliações técnicas dos aspectos destacados para análise. Este é um assunto que, apesar de apresentar características técnicas muito específicas, tem sido tratado sob vários pontos de vista, que dependem da especialidade do observador. No caso específico desta pesquisa, o enfoque foi dado, ressaltando suas interfaces com a Arquitetura Contemporânea, destacando, inclusive, a importância da inclusão dos usuários no processo de definição do sistema de automação a se implantar, bem como suas interferências no desempenho do sistema.

A vida moderna modifica os hábitos das pessoas e as necessidades dos usuários devem ser atendidas adequadamente; cabe aos responsáveis pela produção de ambientes cuidar para que esse objetivo seja alcançado, seguindo as premissas básicas de conforto, segurança e economia.

Vivenciamos hoje uma crescente mudança no modo de trabalho dos usuários de edifícios de escritórios; essa mudança se deve a uma busca de melhores resultados às custas da competitividade no mercado. Para se atingir a esse propósito, o usuário necessita de atualização dos seus equipamentos, tanto de uso direto (para o desempenho de suas tarefas) quanto indireto (sistemas de apoio ou instalações).

Essa competitividade e busca de qualidade se apóia diretamente na capacidade de transmissão de voz, dados, textos e imagens a uma velocidade cada vez maior.

Paralelamente a isto, ocorre a preocupação com a escassez de recursos naturais. Este assunto assume hoje um papel importante no contexto do desenvolvimento tecnológico, tanto ao nível da produção de edifícios quanto da implantação de sistemas de gerenciamento das instalações prediais e serviços. Essa preocupação se reflete na busca de um gerenciamento eficaz do consumo desses recursos (água e energia elétrica, principalmente) sem, no entanto, prejudicar o conforto do usuário.

Desta forma, a Arquitetura Contemporânea, principalmente no que se refere aos edifícios de escritórios, mesmo considerando o potencial de conservação desses recursos, em projeto (mais especificamente energia elétrica), conta com a implantação de sistemas de gerenciamento de instalações, visando melhor desempenho energético.

O sistema de gerenciamento automatizado implantado em edifícios é um assunto que desperta grande interesse nos dias atuais por se tratar de uma realidade que, apesar de ter iniciado seu processo já há algum tempo (mais intensamente desde a década de 80), sofre transformações progressivas e velozes. Esse sistema trata-se, de uma maneira geral, de processos automáticos de supervisão e controle dos diversos sistemas prediais e serviços, de forma integrada, tendo como suporte, o computador.

A história nos mostra que a evolução no modo de trabalho é baseada nas transformações dos instrumentos criados e aperfeiçoados pelo homem, quer sejam oriundos de produção científica ou de produção empírica. No desejo de minimizar esforços físicos e mentais e obter maior produtividade num ambiente de trabalho, o

homem produz máquinas que produzem máquinas que controlam máquinas; sendo assim, sobra ao homem uma porção maior de tempo que pode ser dedicada à sua própria qualificação ao trabalho ora exigida pelo mercado.

Desta forma, podemos dizer que a introdução da automatização nas operações produtivas caracteriza uma nova era cultural e se notabiliza pelo “...ganho no processo existencial do homem, que vê multiplicado seu poderio sobre o mundo físico, aumentando a capacidade produtiva com a correlata diminuição do esforço exigido para obter os bens de consumo, com a liberdade de tempo que lhe oferece a substituição do trabalho de direção da máquina...” (Pinto, 1979).

Seria ingenuidade de nossa parte se ignorássemos as contradições advindas desta situação; a máquina substitui o homem e, conseqüentemente, lhe rouba o emprego. Esta condição gera frustrações nas pessoas e isto é o que podemos observar no meio da comunidade culturalmente menos favorecida. No entanto, observamos que historicamente fatos análogos nos induzem a acreditar que isto não constitui uma verdade plena, pois, esta sensação é própria de inícios de períodos de transformações, como foi, por exemplo, a época da Revolução Industrial. Se a história se repete, estando vivendo hoje o início de uma segunda Revolução Industrial, a da informática, devemos esperar que o mercado de trabalho não diminua mas, deva exigir do trabalhador um aprimoramento na sua qualificação, o que traduz um progresso cultural para o indivíduo.

Seria também ingenuidade globalizar esta realidade. Baseado nas informações sobre o que está acontecendo por toda a parte, entendemos que o Brasil ainda está no início desse processo.

“No mundo atual, várias entidades mundiais esforçam-se para a construção da *information superhighway*, a superestrada da informação, fusão das telecomunicações com a informática, onde a tecnologia da informação e a globalização da economia mundial poderão conduzir a uma nova forma de organização social, cujos impactos poderão ser comparados aos provocados pela Revolução Industrial.” (Marte, 1995).

Na direção de resolver essas questões, têm-se introduzido nos edifícios, principalmente de escritórios, tecnologia de automação e informação. Essa tecnologia visa proporcionar facilidades de operação e manutenção de equipamentos e sistemas (gerenciamento dos controles prediais e transmissão de dados), além do controle de acessos, a um custo de 2% a 4% do valor do empreendimento, com um período de amortização entre 2 e 5 anos (Castro Neto, 1994). Sabe-se, no entanto, que os custos de equipamentos de automação e informação diminuem sensivelmente com o desenvolvimento dessa tecnologia.

A maioria dos edifícios possui instalações e serviços básicos (inst. elétricas, iluminação, rede hidráulica, linhas telefônicas, elevadores, etc.) e, aos mais modernos, são acrescentadas instalações mais sofisticadas como por exemplo:

- controle de acessos;
- acondicionamento ambiental do tipo fan-coils (condicionadores de ar do sistema de expansão indireta);
- proteção pessoal e patrimonial;
- detecção e extinção de incêndios.

Na maioria dos casos, esses sistemas operam de maneira isolada, controlados manualmente pelo operador ou pelo próprio usuário.

No que se refere aos edifícios de escritórios, mais especificamente, Hartkopf (1993) destaca que as maiores modificações em projetos desse tipo se concentram em:

- redes de cabos tri-dimensionais;
- múltiplas zonas HVAC (ar-condicionado);
- maior distribuição de utilidades;
- incremento de controle de iluminação artificial/natural;
- incremento no isolamento acústico e de poluição;
- modernas estações de trabalho;
- controles ambientais individuais;
- efetiva interface do interior/envolvente;

- diversificação dos ambientes de forma mais social;
- gerenciamento do edifício como: gerenciamento das utilidades, gerenciamento da tecnologia, gerenciamento de pessoal.

A implantação de tecnologia de automação nos edifícios se torna uma necessidade face às exigências dos usuários e às condições energéticas que ora vivenciamos. Porém essa tecnologia não pode ser vista individualmente pois, ela é um instrumento e não um fim em si mesma. Sendo assim, o edifício que se propõe a incorporá-la deve ser concebido com os mesmos propósitos que ela para que os dois setores atuem em harmonia diante das diversas solicitações que venham a acontecer. Não são desejáveis incompatibilidades entre esses dois setores, pois, um pode alterar a eficiência do outro e vice versa. Por exemplo: o sistema de ar-condicionado controlado automaticamente, tem como princípio manter o ambiente a uma temperatura considerada ideal e preestabelecida. Sensores detectam a variação de temperatura nesse ambiente e transmite esse dado a um computador central; essa informação é analisada através de *softwares* específicos, é transformada em comando de atuação, que é transmitido ao local de origem. Pretende-se, com isso, manter o sistema ligado apenas o tempo necessário para que o ambiente se mantenha na temperatura programada, conseguindo-se, assim, um gasto mínimo de energia elétrica. Mas, para que isto ocorra com o máximo de eficiência, o próprio edifício, através de suas características como elementos de fachada e orientação, deve contribuir para que o mínimo de carga térmica penetre no seu interior, propiciando um menor tempo de funcionamento do sistema.

Interface como a descrita no exemplo acima, bem como outras, ocorrem, em função desse novo conceito de edifícios de escritórios, produtos da Arquitetura Contemporânea. No entanto, esses produtos, que são constituídos pela edificação e um sistema “inteligente” de supervisão e controle nas instalações prediais, ainda são planejados de forma isolada, segundo esses constituintes básicos; isto é, ainda não são considerados suficientemente, em projeto, os aspectos multidisciplinares que os envolvem, de tal modo a eliminar, ou mesmo minimizar as incompatibilidades entre seus propósitos. Essas se manifestam pelas características de desempenho do

conjunto, sendo que, alguns dos seus itens estão diretamente relacionados com o conforto dos usuários, os quais, em última instância, são seus principais sensores.

Sendo assim, consideramos que estudos na área de automação predial, tendo em conta que seu desempenho depende das possibilidades oferecidas pelo edifício, são fundamentais tanto para o aprimoramento dos sistemas, quanto para fornecer insumos, necessários à implementação de qualidade aos projetos arquitetônicos de edifícios dessa natureza.

3.1 - PRINCIPAIS FUNÇÕES DESEMPENHADAS PELOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL.

Como comenta Marte (1995), mudanças significativas aconteceram na supervisão e controle prediais nos últimos anos, devido a:

- a) crescimento dos complexos prediais: maiores áreas, população e riscos envolvidos;
- b) aumento do critério da qualidade em sua operação e manutenção;
- c) redução de custos operacionais: aumento da competitividade entre prédios condominiais;
- d) necessidade de otimização do uso dos equipamentos: maior disponibilidade, distâncias e tempo de reparo.

Além disso, Betoni (apud. Marte, 1995), destacou alguns problemas importantes relacionados à operação dos edifícios:

- a) grande número de painéis de controle e alarme dos vários equipamentos, dificultando sua operação e manutenção, devido a:
 - grande distância física entre estes;
 - necessidade de se manter pessoal especializado em diferentes setores, para se ter o suporte operacional necessário;
 - inexistência de painéis sinóticos dos processos, que, quando existem, são estáticos, pouco contribuindo para a solução de eventuais problemas;

- b) desperdício de energia em iluminação, devido principalmente a horas extras de expediente e limpeza noturna;
- c) não aproveitamento da iluminação natural;
- d) falta de otimização das máquinas de resfriamento de água (*chillers*), pois o ponto ótimo de funcionamento é particular para cada máquina e alguns controladores destas máquinas não consideram esta otimização, limitando-se a medir as temperaturas de entrada e saída de água gelada nas máquinas e efetuando o controle individualizado;
- e) falta de sistemática de manutenção preventiva dos vários equipamentos, pois normalmente, uma equipe de manutenção faz, através de um escalonamento semanal ou mensal, as manutenções corretiva e preventiva; muitas vezes não a faz adequadamente, por diversos motivos, entre eles falta de registros (históricos) de manutenção anterior;
- f) eventuais equipamentos específicos para: controle de demanda, nível de tanque de óleo, entre outros; não integrados aos demais e, no caso específico dos controladores de demanda, ao trabalharem autonomamente as cargas a serem ligadas ou desligadas (cargas de mesma prioridade) necessitam que estas estejam agrupadas no mesmo circuito elétrico, pois a maioria dos controladores de demandas atua diretamente em disjuntores, desligando ou ligando todo o circuito.

De acordo com as opiniões de Hodkinson e Oughton (in Atkins, 1988), para atingir os máximos benefícios de um sistema de gerenciamento de energia, não é suficiente para os projetistas estarem envolvidos apenas com as instalações. A grande complexidade dos sistemas implantados em edifícios de alta tecnologia requer um esforço contínuo dos engenheiros experientes no sentido de manterem os sistemas e controles sempre em sintonia. Este período deveria também incluir o desenvolvimento de procedimentos de auditoria energética e envolvimento dos funcionários, visando maior ganho com relação à compreensão do potencial do sistema. Entretanto, sempre são instalados sistemas muito complexos e de alto custo para o cliente e que, além disso, nunca alcança os maiores benefícios.

Desta forma, de acordo com o exposto acima, supõe-se que somente com equipamentos interligados ou tendo instalações automatizadas é possível aumentar a

sinergia da edificação, sendo que suas principais funções podem ser, resumidamente, definidas como sendo:

- a) **sistema de gestão**: abrange as funções de telesupervisão, controle de iluminação/quadros elétricos, hidráulica e condicionamento ambiental, propiciando:
 - manutenção das instalações e serviços;
 - contabilidade dos gastos relacionados com a propriedade ou aluguel;
 - análises do funcionamento dos diferentes sistemas e de suas avarias;
- b) **segurança**: através de controle de acesso e telebloqueio, vídeo-observação, detecção de incêndio e sua extinção e problemas de falhas na energia;
- c) **controle de energia**: com o ajuste automático dos equipamentos de iluminação e condicionamento ambiental em função do controle da demanda de energia, controle do fator de potência e suplementação com energia proveniente de outra fonte, que não a concessionária - por exemplo: termo-acumulação;
- d) **adicionais**: controle de estacionamento, controle do suprimento de água potável e até resposta a abalos sísmicos.

A figura abaixo ilustra a automação de acordo com a descrição acima e a alta tecnologia aplicada ao edifício.

Fig. 3.1 - Automação e Tecnologia Aplicada ao Edifício.

Fonte: Marte, 1995, p. 39.

3.1.1 - Funções de Gestão.

Os sistemas de automação se caracterizam pela sua capacidade de decodificar as informações emitidas pelos sensores e transmitir mensagens controladoras aos atuadores locais, tomar decisões referentes ao uso e condições das instalações próprias de cada ambiente do edifício.

O sistema de automação é capaz de exercer as seguintes tarefas sobre os equipamentos:

a) realizar a monitoração do estado dos equipamentos de tal forma a:

- indicar se o equipamento está ligado ou desligado;
- verificar a posição da chave local/remoto, indicando se o equipamento pode ou não ser remotamente controlado;
- indicar o desligamento/ligamento de algum equipamento por algum defeito ou falha deste ou da instalação;
- indicar a leitura de grandezas analógicas, tais como temperatura, pressão e vazão;
- leitura da posição atual de um atuador.

b) posicionar o estado destes equipamentos:

- ligar/desligar remotamente equipamentos;
- através do ajuste do *set-point*, exemplo *dampers* de VAV, dentro dos seus limites de atuação - faixa de 0 a 100%.

c) executar algoritmos de controle e/ou otimização específicos por equipamentos e áreas:

- possibilitar o ligamento/desligamento de equipamentos por horários pré-programados, calendários, eventos exteriores e resultado de cálculos lógicos ou matemáticos, por exemplo, programação horária;
- indicar através de arquivos históricos a totalização de horas de funcionamento, horas paradas ou consumo elétrico (Kwh) para os equipamentos a serem monitorados;
- registrar através de arquivos históricos grandezas analógicas, para os equipamentos ou linhas de energia que se quer monitorar;
- registrar através de arquivos históricos os alarmes ou outras indicações por equipamentos ou por áreas;

- possibilitar funções lógicas e matemáticas.
- d) apresentar as informações provenientes dos diferentes processos controlados e/ou supervisionados em quadros sinóticos:
- possibilitar associar um evento qualquer nos processos ou a totalização máxima de operação de um determinado equipamento com um alarme ou um outro indicativo da ocorrência do fato, por exemplo, um diagrama sinótico.
- e) configurar a arquitetura do sistema e parâmetros de controle:
- possibilitar através de interfaces gráficas ou outro tipo de interface a configuração de: pontos de controle, parametrizações, elementos de controle e elementos de sistema - por exemplo *gateways* (conversores de protocolos).

3.1.2 - Funções de Segurança.

De modo semelhante à função de gestão, no que se refere à segurança, o sistema de automação decodifica as mensagens transmitidas pelos sensores de presença, detectores de fumaça, controladores de acesso, posiciona câmeras de Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e aciona os elementos que indicam situações de alarme, sendo capaz de:

- permitir a entrada de pessoas e determinar sua rota através de telebloqueios;
- controlar o sistema de detecção de fogo, indicando o estado das linhas de detectores, o estado das chaves de fluxo da rede de *sprinklers*, temporizando a ativação de alarmes em função de eventos associados ao sistema e associando eventos com diagramas sinóticos e procedimentos automáticos;
- produzir registro histórico visual da associação de eventos com alarmes, através da segurança perimetral interna e externa.

3.1.3 - Funções de Controle de Energia.

Os sistemas de automação predial devem propiciar otimização energética às instalações, atuando sobre os equipamentos através de:

- fazer o controle de demanda através do acompanhamento do consumo energético da edificação, interfaceando com um REP (Registrador Digital Eletrônico), mantendo os gastos de energia ao nível da tarifação diferenciada contratada junto à concessionária pública;
- manter o controle do fator de potência;
- partida/parada otimizada;
- otimização do uso do ar exterior por entalpia;
- pré-resfriamento matinal;
- compensação por ar exterior;
- compensação por cargas externas;
- suplementação com energia proveniente de outra fonte; por exemplo: termo-acumulação, tanques de gelo, energia solar;
- coordenar o religamento escalonado de equipamentos em caso de restabelecimento de energia da concessionária, evitando-se picos de partidas de motores.

3.2 - ARQUITETURA DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SEUS PRINCIPAIS ELEMENTOS.

O processo de automação consiste, fundamentalmente, na interpretação automática de sinais de entrada e a geração de sinais de saída, os quais são representados por ações locais, tais como: liga/desliga, abre/fecha e outros, específicos dos setores controlados. Fisicamente, o sistema é composto basicamente pelos elementos *hardware* e *software*, além do sistema de condução de sinais e equipamentos periféricos (sensores e atuadores locais), de tal forma que, informações são coletadas nos diversos locais através de sensores específicos de cada aspecto controlado (por exemplo: sensores de temperatura e umidade, detectores de fumaça, detectores de

presença) e conduzidas, sob forma de sinais digitais ou analógicos, através de pares de fios, até uma unidade controladora, a qual, após processamento através de *softwares*, onde os dados de entrada são comparados com parâmetros preestabelecidos, emite ordens de atuação aos equipamentos locais.

Com a introdução de controles automáticos para esses sistemas, no sentido de facilitar as operações e minimizar custos de manutenção, os edifícios foram adquirindo características especiais de modernização e segundo o grau de sofisticação no emprego desse sistema, podemos classificar os edifícios em três tipos, onde o nível de decisão é fundamental nesta classificação:

- **Supervisionado**
- **Automatizado**
- **Inteligente.**

No sistema **Supervisionado**, o controlador dos sistemas é o usuário ou o operador. Neste caso, sensores localizados e ligados a um processador central de informações detectam anomalias no local e informam as condições ambientais; em seguida, o responsável (operador) toma as decisões necessárias àquela situação, como por exemplo, o desligamento de um equipamento avariado.

No sistema **Automatizado** (denominado inteligência descentralizada), sensores repetitivos localizados em pontos estratégicos controlam e transmitem informações a um computador específico para aquela função; esse computador analisa a informação e produz uma resposta que ordena o mecanismo correspondente para que atue em consequência. Neste caso, então, cada sistema é controlado individualmente.

Usando a tecnologia como controlador, chamado agora de **Inteligente** ou **Esperto**, voz, dados e informações ambientais seguem através de um caminho integrado para um sistema de gerenciamento físico concreto sobre o qual se apoiam todos os subsistemas de controle de serviços técnicos e de segurança, de automação de escritórios e de comunicações. Esse sistema permite realizar tarefas complexas através de *softwares* específicos, como procurar dados originários de diversas fontes,

compilá-los e formular hipóteses e de cuja análise deduzir conclusões que conduzem a uma correta tomada de decisão. Neste caso, todos os subsistemas são gerenciados por um computador central ou vários computadores ligados em rede.

Os edifícios desta categoria são hoje denominados e difundidos no mundo todo como **Edifícios Inteligentes**. Esta denominação é muito utilizada comercialmente, levando as pessoas a conceituar um edifício inteligente como sendo um prédio comum repleto de aparelhos sofisticados e caros, produtos dos avanços tecnológicos na área da informática e eletrônica.

Entendemos, no entanto, que a verdadeira inteligência de um edifício não está apenas no grau de automação adotado, mas sim, num conjunto harmonioso dos dois setores (edifício e automação) que promovem satisfação plena ao usuário, reduzindo gastos energéticos e custos operacionais e de manutenção.

O diagrama de blocos abaixo (fig. 3.2), representa um modelo geral de rede de sistema de automação em edifícios, definido pelo Sistema de Controle Distribuído, baseado na hierarquia de montagem de equipamentos utilizados.

Fig. 3.2 - Sistema de Controle Distribuído

Fonte: Castro Neto, 1994, p. 75.

Observamos pelo esquema proposto, que o sistema de gerenciamento está constituído por 3 níveis sendo:

- **N3 - Um Processador Central**, cuja função é vigiar, controlar, editar e modificar o funcionamento dos diferentes sistemas subordinados a ele. É constituído por computadores (no mínimo, do tipo PC 486, com 8M de RAM), chamados **Gerenciadores** ou **Servidores**, ligados em rede (*on line*). Cada unidade gerencia especificamente um setor. Por exemplo: acessos, instalações prediais, segurança, comunicação, etc.
- **N2 - Microprocessadores de Controle:** são formados por equipamentos chamados REMOTAS, regulados com seus próprios parâmetros, pontos de comando elaborados, entradas e saídas diretas, o que lhes confere autonomia para decidir e emitir ordens aos periféricos. Essas Remotas, paralelamente, informam ao processador central a ação determinada, para que se tornem possíveis alterações, edições, etc., pelo operador.
- **N1 - Unidades Processadoras Terminais** (periféricos), são formadas por dispositivos receptores e emissores de informação que atuam diretamente sobre os equipamentos de campo, pertinentes ao sistema em questão; isto é, sensores, detectores, contadores, alarmes, etc., colhem as informações, as quais serão processadas nesse nível, também denominado por **Unidades Funcionais Remotas**.

Os três níveis citados estão interligados pela rede de transmissão de informação, formada por cabos, onde circulam informações em tempo real.

“O objetivo a ser alcançado, com a *Integração dos Sistemas em Centrais de Monitorização e Supervisão das Instalações Prediais e Segurança*, baseada em equipamentos de alta tecnologia, é uma sinergia, onde a soma das facilidades obtidas deverá ser superior à mera soma do produto dos sistemas individuais” (Castro Neto, 1994).

O modo de controle nos sistemas de automação iniciou, segundo Marte (1995), com um Controle Digital Direto, onde todo o processo era controlado por apenas um

computador, passando, em seguida para o modo em que controladores, atuantes no processo, recebem *set points* enviados pelo computador. Num conceito mais moderno, encontramos os Sistemas Digitais de Controle Distribuído, no qual, os controladores têm um poder de processamento maior e ficam distribuídos no processo, caracterizando uma maior flexibilidade e confiabilidade, além de reduzir as perdas de informações em caso de avaria em algum ponto. A figura adiante (fig. 3.3), ilustra este tipo de arquitetura.

A característica principal dos sistemas de automação e supervisão predial implantados atualmente é o alto nível de integração entre os sistemas, constituídos, por sua vez, por várias unidades de controle distribuídos. O sistema para gerenciamento é composto basicamente por:

- **“um posto central:** suporte principal da inteligência do sistema e lugar de coordenação da inteligência distribuída, que está constituído por diferentes unidades do sistema e cujo objetivo é vigiar, controlar, editar e modificar o funcionamento dos diferentes sistemas;
- **unidades descentralizadas e autônomas:** que atuam como dispositivos intermediários gestores do processo, sejam unidades principais ou locais;
- **unidades periféricas:** são dispositivos receptores ou emissores de informação e atuam diretamente sobre os equipamentos do sistema de que se trata, e
- **rede de transmissão de informação:** que se desenvolve entre os três níveis citados” (Castro Neto, 1994).

As técnicas de supervisão, que iniciaram com um conceito de gerenciamento centralizado em um único elemento, o computador, evoluíram bastante no sentido de racionalização do controle, caracterizado pela ampla distribuição de elementos dotados de uma certa capacidade de decisão (controle distribuído).

Esse conceito visa, tanto a economia no gasto de material que compõe a rede de transmissão de dados, quanto uma perda menor de informações, quando ocorre alguma avaria; ou seja, quando acontece problema no funcionamento de algum ponto, os demais não sofrem paralização, visto que estão ligados independentemente.

Entretanto, quando ocorre avaria em alguma unidade à qual estão ligados equipamentos de controle, os pontos controlados pertencentes àquele setor ficam paralizados até que se faça a manutenção da unidade referida.

O **equipamento central** é constituído por um ou mais computadores onde estão instalados programas de comunicação e coordenação entre equipamentos remotos, permitindo uma manipulação de todas as unidades como um todo, tais como: programas de auditoria, otimização, visualização e manutenção.

Nas **unidades controladoras remotas**, estão instalados programas de monitorização, regulagem e economia de energia, dotados de parâmetros para comparação com os dados de entrada. Essas unidades têm autonomia de funcionamento conferida tanto pelas características de sua configuração lógica quanto pelas dos programas instalados.

Fig. 3.3 - Sistema Digital de Controle Distribuído e Controladores Remotos.

Fonte: Marte, 1995, p. 44.

A arquitetura ilustrada se baseia na hierarquia de montagem dos elementos que compõem o sistema, os quais podem ser encontrados com diferentes tecnologias.

Fig. 3.4 - Sequência de montagem de equipamentos.
 Fonte: Catálogo Técnico da *Johnson Controls*.

A figura anterior (fig. 3.4), ilustra uma sequência de montagem de equipamentos de fabricação da *Johnson Controls*.

Este tipo de sistema se baseia, geralmente, em Unidades Terminais Remotas (UTR's), cujas capacidades, modularidades, interfaces e protocolos podem ser bem diferenciados e proprietários, dada a origem do integrador ou do fornecedor.

Os elementos destacados pelos seus níveis hierárquicos e que compõem o sistema de automação são definidos como a seguir:

- a) **estações de operação:** contém a Interface Homem Máquina (IHM) responsável pelas funções de operação, otimização, manutenção e configuração do sistema;
- b) **unidades terminais remotas (UTR)** (foto 3.1): são elementos gestores dos diversos processos controlados (supervisão e controle) e, em muitos casos, funcionam também como *gateways* para sub-redes de unidades funcionais remotas;

Foto 3.1 - Exemplo de Unidade Terminal Remota (UTR), instalada no Edifício “A”.

c) **unidades funcionais remotas (UFR)**: são específicas para cada processo, tendo em comum a interface de comunicação - *hardware*, *software* e protocolo;

d) **redes de comunicação**: interligações dos três níveis citados acima.

Marte (1995) cita algumas empresas presentes no país, que fornecem soluções integradas, diferenciando-as de acordo com suas especialidades, quais sejam:

- soluções principalmente para o **Condicionamento Ambiental**: estão presentes no mercado algumas empresas cuja área de especialização é o Ar-Condicionado e que para as outras áreas, em especial a de Segurança são integradoras de soluções de terceiros; por exemplo: Johnson Controls, Cegelec-CBB (CSI americana), Staefa, Satchwell, Coldex, Landis & Gyr e Carrier;
- soluções principalmente para **Sistemas de Segurança**: há empresas no mercado cuja área de especialização é o Controle de Acesso, como, por exemplo, Ensec e outras, cuja especialização se concentra na parte de detecção e alarme de incêndio, como Cerberus;
- soluções vindas da Área Industrial: Honeywell, Siemens e Altus são empresas que trazem suas experiências adquiridas na indústria para aplicá-las na automação das edificações;
- soluções principalmente através de **PABX**: deverão estar presentes em breve no mercado nacional, empresas da área de **telefonía** que disponibilizarão soluções de automação predial integrando estas funções através das centrais telefônicas das edificações, os PBX (Private Branch Exchange); por exemplo: NTT;
- soluções mistas: várias empresas nacionais e multinacionais oferecem soluções vindas de empresas de engenharia e informática: Itautec/Itauplan, automação do setor elétrico: AIT; entre outras soluções.

As empresas citadas acima a título de exemplificação, oferecem sistemas cujas arquitetura se diferem principalmente no grau de distribuição das funções

mencionadas. Os sistemas mais recentes são caracterizados por uma maior distribuição dessas funções através das unidades terminais remotas, às quais são transferidas as principais funções, cabendo às estações de operação, apenas a Interface Homem Máquina (IHM) com o sistema. Mais recentemente ainda, os sistemas apresentam maior grau de distribuição de controle, sendo transferidas algumas funções às unidades funcionais remotas.

Para que o sistema de automação desempenhe suas funções, devem ser coletados diversos sinais dos processos prediais, tanto para supervisão (entradas) quanto para controle (saídas), que são digitais ou analógicas.

Como exemplo de **entradas digitais**, citamos: contatos de estados: ligado/desligado; contadores de nível: bóias; detectores de presença: infravermelho passivo e outros. De **entradas analógicas**, citamos os sensores de temperatura de ar e de água; sensores de umidade relativa do ar; sensores de pressão de ar e de água, dentre outros.

Como exemplo de **saídas digitais**, citamos: ativação de relés e contadores: ligamento/desligamento de motores e bombas; disparo de dispositivos de segurança: sirenes; disparo automático de CO₂. De **saídas analógicas**, destacamos: atuação sobre válvulas e reguladores de válvulas de ar variável (VAV).

Como foi visto, os controladores possuem entradas e saídas digitais e analógicas. Em algumas arquiteturas, é possível a aquisição desses sinais diretamente nas unidades terminais remotas e em outras arquiteturas mais distribuídas, também nas unidades funcionais. Para isto, as **redes** desempenham papel fundamental e constituem os barramentos de campo (*fieldbus*).

Como um exemplo de atuação desses elementos, destacamos que, através desses barramentos de campo, no que se refere ao condicionamento ambiental, podem ser passados *set-points* e parâmetros de otimização internos aos equipamentos (*Chillers*, centrífugas, *fan-coils* ou *self-contained*s), podendo eventualmente interligar-se o subsistema de condicionamento ambiental, via *gateways*, aos Sistemas de Automação Predial.

Existe, no entanto, uma relação entre os diversos programas instalados no computador central e nas remotas de tal modo que, somente em caso de desconexão física eles se comportam de forma autônoma. As principais características desses programas são:

Monitorização: elabora cálculos, tendo como base os sinais de entrada produzidos pelos dados coletados em campo, gerando comandos de ação sobre os elementos atuadores locais, como, por exemplo, alarmes e conexões. Além disso, esse programa realiza cálculos relativos ao consumo de energia elétrica.

Regulagem: esse programa tem como principal característica a inclusão de algoritmos de regulagem sobre os quais o usuário pode ter acesso para modificar parâmetros pré-fixados e ainda incorporar dados não armazenados pelo sistema para integração no arquivo histórico e posterior processamento da informação.

Economia de energia: o controle da economia de energia é feito por um programa específico que depende fundamentalmente da utilização adequada dos programas citados anteriormente; as máximas economias estão diretamente ligadas a uma regulagem otimizada e auditoria completa. Dentre vários, citamos alguns exemplos de programas de economia de energia tais como:

- partida otimizada;
- parada otimizada;
- compensação por ar exterior;
- otimização do uso de ar exterior por entalpia;
- pré-resfriamento matinal;
- controle de ponta de demanda elétrica.

Auditoria: de um modo geral, esse programa, instalado no computador central, possibilita a criação de um arquivo histórico de dados referentes ao desempenho energético de diversos equipamentos, o que permite, através das relações entre as variáveis e os resultados de cálculos, a administração do consumo de energia elétrica mais elaborada, através de ações tanto manuais como automáticas; permite ainda a

visualização dos consumos diferenciados por circuitos, facilitando a manutenção preventiva.

Visualização: são programas interativos, geralmente do sistema *Windows* que permitem visualizar, na tela do monitor de vídeo, as informações sobre o funcionamento de cada setor controlado e permite, ainda, se fazer modificações com facilidade. As informações visualizadas podem também ser apresentadas de formas gráficas e serem plotadas ou impressas em papel, para análises posteriores.

Manutenção: esse programa é complementar ao de manutenção preventiva, cuja característica principal é o fornecimento de histórico dos equipamentos, evidenciando as horas de funcionamento e o número de atuações do mesmo, mensagens de manutenção com indicações de fichas técnicas, lista de fornecedores, revisões e outras.

De acordo com a opinião de Cerberus, “os projetistas têm optado atualmente pela independência física entre as centrais responsáveis pela supervisão das diversas instalações do edifício e a central de segurança. Essa separação se baseia na prioridade que os sinais de alarme deve ter sobre os demais, para que sejam evitados fenômenos receptivos que podem ser causados por interferências eletromagnéticas e falsos alarmes. Entretanto, embora independentes fisicamente, as centrais devem estar integradas entre si, proporcionando a sinergia entre os sistemas.” (apud. Castro Neto, 1994).

Segundo Anta Borges (apud. Castro Neto, 1994), o resultado de uma breve análise sobre a situação atual em nosso país, o conceito de integração de sistemas ainda é bastante precário, encontrando em vários edifícios, uma grande quantidade de equipamentos atuando de forma independente, utilizando informações para a realização de suas tarefas sem compartilhar elementos comuns, gerando, com isto, necessidade de maiores espaços para as instalações, além de requerer nível maior de suporte de manutenção. Conclui-se dessa análise que, na situação atual:

- as instalações são independentes;

- as redes de diversos fabricantes não apresentam compatibilidade;
- há falta de uniformidade;
- não apresentam perspectivas de evolução à Rede Digital de Serviços Integrados.

Como consequência desse quadro, verifica-se:

- multiplicidade de redes e cabos;
- manutenção cara e complicada;
- impossibilidade de mecanização global;
- dificuldade para integrar novos serviços e interligar redes;
- amplia a utilização dos produtos “adaptadores”;
- problemas de reposição;
- obsolescência a curto prazo.

O autor citado propõe, para a modernização do edifício, o seguinte:

- automação de escritórios;
- mecanização dos serviços;
- integração dos serviços;
- existência de normas encaminhadas à implantação da RDSI.

De acordo com as propostas acima, poderia se conseguir consequentes resultados, tais como:

- melhoria da produtividade;
- melhoria do controle da administração do edifício;
- simplificação da rede;
- melhoria e barateamento da manutenção;
- possibilidade de rede universal de serviços para qualquer tipo de terminal.

Em se adotando esse conceito, ainda que o custo da implantação do sistema seja elevado, segundo Calderón, há uma amortização, tendo em vista que há uma

diminuição do número de pessoas ligadas à manutenção e consequente concentração de tarefas de supervisão e controle; economia energética tendo em vista o imediatismo de atuação em pontos de instalações com consumo elevado em relação às suas necessidades; diminuição no tempo de procura de avarias; diminuição no número de avarias devido à manutenção preventiva; melhoria das condições de conforto ambiental e análise de rendimentos dos setores com base em dados fornecidos pelo registrador do equipamento controlado, possibilitando, com isto, estudos para diminuição de consumo de energia elétrica e outros. (apud. Castro Neto, 1994).

Embora o conceito de integração de sistemas, na concepção de Anta Borges esteja embasado na possibilidade de inter-relação de informações e de otimização de meios de suporte, não é suficiente para um desempenho totalmente satisfatório; certas dificuldades operacionais, exigem a contratação de operadores qualificados para um sistema integrado, devido à complexidade das diversas áreas de atuação. Segundo Lush (in Atkins, 1988), uma nova dimensão tem sido, recentemente adicionada ao contexto da automação. Consiste na introdução do elemento humano que será responsável pela operação e manutenção dos sistemas, ao final do projeto e que necessita ser definido nas discussões sobre a qualidade do processo.

Do ponto de vista deste autor, a infra-estrutura de comunicação é composta de dois elementos: pessoas e tecnologia. A tecnologia já permite soluções para os problemas técnicos; entretanto, a qualificação do pessoal envolvido com a operação e manutenção da tecnologia instalada, nem sempre é questionada, o que, afinal, determina o sucesso ou insucesso dos sistemas instalados.

Segundo o mesmo autor, outro problema da integração é a diferença de ciclos de vida entre os diversos sistemas. Por exemplo, enquanto um sistema possui ciclo de vida da ordem de cinco anos, outro pode durar três vezes mais, acarretando problemas no momento da substituição do sistema obsoleto por outro novo, tendo em vista a compatibilidade ou incompatibilidade com o sistema existente.

Quanto aos equipamentos utilizados na montagem do sistema, sabe-se que há problemas de compatibilização entre os mesmos quando são adquiridos de fabricantes distintos. Sendo assim, uma eventual ampliação no sistema de controle fica, de certa forma, restrita à família de equipamentos do fabricante do sistema inicial. Esta dificuldade está relacionada com o conceito de “protocolo compatível”, utilizado nos equipamentos informáticos, oriundos das diferenças de fabricação, tanto ao nível de *hardware* quanto de *software*. Tem-se, no entanto, informações de que há um esforço, por parte dos fabricantes, no sentido de universalização, isto é, “abertura de protocolos”, para promover flexibilidade na escolha do equipamento a ser utilizado.

3.3 - PRINCIPAIS SETORES DOS EDIFÍCIOS QUE UTILIZAM TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO, COM MEIOS ATUALMENTE DISPONÍVEIS.

Serão abordados, a seguir, os temas mais importantes que traduzem a automação nos edifícios, na descrição abaixo:

A simples aplicação de computadores para o controle dos processos numa edificação (Automação Predial) não é suficiente para se atingir os objetivos aos quais se propõe um edifício automatizado.

Segundo Graça (in Marte, 1995), é necessário fazer-se uma *Administração de Complexidades*, que envolve a necessidade de conhecimento adequado do processo e

a influência da automação no desempenho global, assim como a melhor escolha entre as inúmeras técnicas digitais de controle e otimização disponíveis.

“...a automação e a centralização da manipulação das instalações, que há quinze anos atrás encontravam-se de modo exclusivo na climatização e no ar-condicionado, hoje permitem atender, a preço razoável, a todos os serviços técnicos do edifício como: climatização, eletricidade, iluminação, energia e manutenção, com programas e recursos que intervêm num ‘Controle Integral do Edifício’, como parte importante das exigências gerais dos edifícios de alta tecnologia” (Castro Neto, 1994).

O sistema de gerenciamento integral é programado para controlar e supervisionar todos os serviços de forma adequada funcionando basicamente da seguinte forma: vários sensores são distribuídos em campo com a finalidade de recolher informações relativas ao funcionamento dos equipamentos e condições ambientais com periodicidade predeterminada. Essas informações são transmitidas aos computadores específicos de cada setor (Unidades Processadoras Terminais) onde é possível se realizar um controle digital direto; essas unidades dispõem de programação própria e algoritmos de regulação e economia de energia e podem, inclusive, no caso de desconexão com o computador central, funcionar de maneira autônoma. Essas unidades são ligadas a microprocessadores de controle (Rede de Área Local) que recolhe os dados procedentes dos módulos de entrada, efetua os algoritmos especificados de acordo com os parâmetros introduzidos e envia os resultados à memória para a distribuição aos módulos de saída. Esses processadores são, por sua vez, ligados a um equipamento central, geralmente um computador de maior porte e de propósitos gerais, equipado com programas de comunicação com equipamentos remotos. Esse computador dispõe de periféricos necessários, programas auxiliares, rede de saída de comunicações e usualmente utilizam impressoras para alarmes e listagens, terminais gráficos para simulações e tela de menus para tratamento de dados. O computador central utiliza dois programas, sendo um de supervisão e outro de controle de energia. O de supervisão é utilizado para se ter conhecimento da real situação das instalações, podendo-se detectar problemas; com o de controle, toma-se decisões que incidem diretamente sobre os elementos funcionais, permitindo equilíbrio energético sem prejudicar o conforto.

Destacamos, em seguida, sucintamente, alguns exemplos de instalações onde se utilizam automação no seu gerenciamento, tendo em vista, inclusive, as características dos objetos de estudo desta pesquisa, ou seja, edifícios de escritórios.

Os exemplos são os seguintes:

- Gerenciamento automático das instalações:

1. Elétrica e Iluminação;
2. Instalações Hidráulicas;
3. Condicionamento Ambiental.

- Economia Energética.

- Controle dos Serviços de Segurança:

Segurança Pessoal:

- Detecção e Combate a Incêndios.

Segurança Patrimonial:

- Sistema de detecção perimetral;
- Sistema de sensoriamento interno;
- Circuito fechado de televisão (CFTV);
- Controle de acessos;
- Controle de rondas.

- Automação de Escritórios.

- Telecomunicações.

- Domótica.

3.3.1 - Gerenciamento Automático das Instalações.

3.3.1.1 - Elétrica e Iluminação.

No que se refere ao setor de **elétrica e iluminação**, as principais preocupações são com relação ao controle de demanda, controle de fator de potência, automatismo de partida de geradores e transferência de cargas, controle da iluminação e otimização do consumo através de, por exemplo, programação horária.

A automação predial consiste, nesse aspecto, na interligação de sistemas específicos, através de softwares como “Lscada” e “Mscada” para supervisionar e controlar os elementos componentes do setor, tais como: transformadores, disjuntores de alta e baixa-tensão, quadros de alimentação de equipamentos, centrais de medição de grandezas elétricas, controladores de demanda (Registradores Digitais de Tarificação Diferenciada - RDTD, Registradores Digitais de Média Tensão - RDMT e Registradores Digitais Eletrônicos - REP, que possuem canal serial de comunicação), controladores de fator de potência, *no-break's*, geradores de energia autônomos.

Mais especificamente com relação à iluminação, há também a possibilidade de supervisão e comando de reatores individualizadamente através de barramentos de campo ou *fieldbus*, com possibilidade de dimerização - controle de fluxo luminoso - individual de cada lâmpada, na faixa de 50 a 100%, utilizando-se sensores de luminosidade, no sentido de melhor aproveitamento da iluminação natural, além dos circuitos dos quadros de iluminação poderem ser comandados em blocos para ligar/desligar através de Programação Horária - instantes pré-definidos para ligamento/desligamento - ou controle de demanda, como também associar controles individualizados com sensores de presença.

3.3.1.2 - Hidráulica.

O sistema de automação das instalações hidráulicas prediais, embora ainda não tão desenvolvido quanto nas áreas industriais, tem sido bastante utilizado, principalmente no que se refere ao monitoramento dos níveis dos reservatórios e, em função destes, providenciar ou não o acionamento de bombas.

Outra função também é o gerenciamento do consumo de água, através de identificação de vazamentos e o controle da acumulação e o despejo de efluentes nas redes públicas, segundo programação de horário.

Até mesmo as características físico-químicas da água para abastecimento contam com sistemas de controle (controladores locais de qualidade da água).

Alguns edifícios contam, também, com o sistema de controle de drenagem, feito através de monitoramento dos níveis de água nos reservatórios específicos e consequente acionamento de bombas de recalque.

Os elementos controladores se representam por:

- medidores microprocessados de consumo de água;
- controladores microprocessados de bombas;
- controladores locais de qualidade da água.

3.3.1.3 - Condicionamento Ambiental.

Este setor é o que apresenta maiores possibilidades de sofisticação no que se refere aos tipos de controle, podendo ser citado o tipo “Sistemas Digitais de Controle Distribuído”, caracterizado pela integração de diversos subsistemas de controle específicos para cada elemento constituinte do sistema de condicionamento ambiental.

Entre os sistemas de condicionamento ambiental utilizados no Brasil, destacamos o tipo de sistema de Expansão Indireta, visto que é o instalado nos edifícios estudados de caso.

Esse sistema, constituído por três circuitos distintos: circuito básico do ar, circuito de água fria e circuito frigorífico, segundo os conceitos de automação, operam interligados em rede, os equipamentos:

- unidades resfriadoras, como *chillers* ou centrífugas;
- unidades aquecedoras, como *boilers* ou caldeiras;
- circuitos de refrigeração e condensação, envolvendo principalmente bombas de água e de condensação de água gelada;
- torres de arrefecimento;
- condicionadores locais, tais como *fan-coils*;
- dutos de vazão variável de ar (VAV's);
- ventiladores e exaustores - importantes também para o sistema de incêndio;
- tanques de gelo;
- piscinas de água gelada.

Pela monitoração através do sistema de automação implantado se verifica, basicamente:

- o estado dos equipamentos componentes;
- bombeamento do compressor;
- falta de tensão de comando;
- proteção anticongelante do evaporador;
- falta de óleo;
- sobrecarga no motor;
- temperatura do mancal;
- pressão diferencial de óleo;
- pressão de trabalho do condensador e do evaporador;
- vazão de água gelada dos circuitos primários e secundários;
- temperaturas de entrada e de retorno das águas gelada e de condensação;
- gasto de energia elétrica;
- temperaturas das águas de entrada e saída;
- temperaturas do ar insuflado;

- temperaturas do ar de retorno;
- temperaturas do ar externo;
- fluxo de água pela serpentina

3.3.2 - Economia energética.

A crise energética, iniciada no ano de 1973, constitui um dos fatores principais na evolução dos sistemas de automação e gerenciamento das instalações. Até essa época, o descuido com o consumo de energia era fato comum, pois seu custo era baixo. O crescimento desse custo (de 1973 a 1977, da ordem de 40% ao ano, segundo Castro Neto, 1994), fez com que se despertasse um maior interesse, por parte de incorporadores, construtores, usuários e técnicos, com relação a uma organização inteligente dos edifícios. A exemplo dessa preocupação, são desenvolvidas, no país, pesquisas de avaliação da energia consumida para se construir um edifício (Roméro, 1995), bem como do seu potencial de conservação de energia elétrica (Roméro, 1994).

O gerenciamento no caso da energia elétrica é feito através de programas de monitoração, regulação e economia de energia que fornecem dados aos computadores de supervisão e ao gerenciamento centralizado para que se execute programas de auditoria, otimização, visualização e manutenção.

Esses dados, colhidos por sensores e enviados ao computador de supervisão, são comparados com normas predeterminadas e se houver necessidade, ativa-se programas de regulação e otimização do sistema para que o consumo de energia esteja sempre controlado. Esses mesmos dados arquivados proporcionam programação de tarefas de manutenção que contribuem sobremaneira para o bom funcionamento dos equipamentos, o que contribui para a economia energética.

É possível se conseguir ótimos resultados neste sentido, introduzindo controles automatizados, por exemplo, no sistema de ar-condicionado (o setor que mais consome energia elétrica no edifício). Comenta o Engenheiro Marcos Maran, do Centro Empresarial de São Paulo, (Téchne, set/out 1994, p. 18) que a introdução do

chamado Sigen-Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica (“...uma rede de computadores que controla bombas de água, sistemas de incêndio, máquinas de ar-condicionado, circuitos de iluminação, enfim todas as cargas ligadas aos circuitos do condomínio”) conseguiu reduzir em 20% o consumo de energia. Esse sistema consiste em uma série de computadores de pequeno porte que, de posse de dados colhidos no local, enviam mensagens a um computador central que produz telas simplificadas com gráficos que permitem ao operador checar variações de cargas em cada local e desligar equipamentos pré-selecionados.

Através desse sistema também é possível se controlar temperatura interna nos ambientes, acionar ou desligar fan-coils, chillers e centrífugas do ar-condicionado, equipamentos de iluminação, quando se verifica uma tendência ao crescimento da demanda de energia e isto antes que se atinja o limite contratado pelo edifício com a concessionária.

Com vistas às medidas de conservação de energia, entendemos que a implantação dos sistemas de automação tem um papel significativo no cenário atual dos edifícios. O sistema automatizado constitui uma ferramenta administrativa eficiente para gerenciar o edifício no tocante à conservação de energia.

3.3.3 - Controle dos serviços de segurança.

No momento atual, a segurança, tanto patrimonial como pessoal, é um objetivo muito procurado pelas pessoas.

Dispositivos anti-roubo, no contexto da automatização, é formado por um complexo de serviços periféricos de autodiagnóstico, vigilância através de circuitos internos de TV, controlados por uma unidade central, que aciona alarmes e produz mensagens programadas (em voz ou textos).

Este tema, na verdade, produz um contra-senso sob o ponto de vista da proteção dos bens materiais. Neste caso, para que houvesse segurança contra intrusão, o edifício deveria prescindir de aberturas externas, entretanto, no que diz respeito à proteção

das pessoas, é necessário que haja o maior número possível de aberturas para o exterior para evacuação rápida do pessoal, no caso de incêndio.

Sendo assim, é importante que haja consciência quando na elaboração do projeto do edifício, para que se consiga um equilíbrio entre essas duas facetas. Este é, sem dúvida, um aspecto que não é viável ser resolvido isoladamente, levando-se em conta o favorecimento de apenas um dos dois lados.

Esse sistema de controle atua também no setor de acesso a estacionamentos, acesso ao edifício, detecta e controla a intrusão, monitora imagens internas e externas e é interligado a um sistema de comunicação. A área operacional e administrativa dos edifícios pode controlar todo o cenário através da Central de Supervisão constituída por um computador central.

Sistema automatizado relativo à segurança está sendo também utilizado em residências. Tem-se informações sobre condomínios, inclusive no Brasil (Curitiba - PR) que estão implantando esse sistema para gerenciar a segurança das residências, ronda de vigias, racionalização da iluminação, através de centrais “escravas” e sensores ligados a uma central master. A adesão a esse sistema visa atender a necessidade de segurança dos condôminos. Este tópico será abordado mais detalhadamente no item referente à Domótica.

O sistema de controle da segurança em edifícios, tanto do ponto de vista pessoal quanto patrimonial, deve considerar as condições oferecidas por esse, bem como complementar as possíveis deficiências oriundas de projeto, de forma compatível.

Os principais aspectos que requerem controle nesse sentido são:

3.3.3.1 - Segurança Pessoal.

O aspecto passível de automação mais ligado à segurança pessoal (usuários) é representado pela detecção e combate a incêndios. Desta forma, fica justificada a abordagem segundo o que se segue:

Proteção contra incêndios: o processo é definido por duas ações, quais sejam, detecção e extinção, envolvendo cada uma, equipamentos específicos como: detectores de fumaça, detectores de chamas, redes de *sprinklers*, distribuição de CO2 e outros.

O equipamento utilizado para esse controle é específico e atua individualmente, embora haja comunicação com os demais sistemas. Isto significa que, em caso de emergência, os sinais são processados e são emitidos comandos de atuação a diversos setores interligados, como por exemplo, ao sistema de bombas (*jockey* e principais), de acordo com a necessidade. A exemplo disto, citamos os comandos de direcionamento de elevadores aos andares de evacuação, paralização de ventilação e ar-condicionado, desligamento de equipamentos de escritórios, de circuitos de iluminação, seguindo uma ordem de prioridades preestabelecida em *software* de automação, além de indicar rotas preferenciais de fuga, através de luminosos indicadores e insuflamento de ar nas escadas de emergência para se evitar a entrada de fumaça.

Os sistemas automatizados de detecção e alarme de incêndios constituem parte muito importante no quadro de automação predial. Funcionam com equipamentos individuais, mas interligados à central controladora da rede, fornecendo dados específicos do setor. Compõe-se de detectores analógicos, módulos de interface endereçáveis e estações de alarme manual e endereçáveis. Esses detectores supervisionam a ocorrência de fumaça e calor e relatam as condições ambientais por meio de valores analógicos à unidade controladora central, que por sua vez é ligada ao Sistema de Automação Predial. Essa unidade aciona alarmes quando os valores limites forem ultrapassados.

Os módulos de interface endereçáveis incorporam dispositivos do tipo ligado/desligado, que são de dois tipos: módulo monitor, que supervisiona chaves de fluxo, detectores e acionadores; módulo de controle, que permite o comando

supervisionado de quadros elétricos, dampers corta-fogo, desligamento de equipamentos, etc. Cada elemento do circuito, localizado em endereço específico, localiza exatamente o ponto de origem do sinal de incêndio ou defeito.

Devido à praticidade e simplicidade de instalação desse tipo de sistema, sua aplicação vem crescendo bastante, inclusive substituindo os sistemas convencionais já implantados nos edifícios.

3.3.3.2 - Segurança Patrimonial.

A segurança patrimonial controlada automaticamente se verifica basicamente segundo os subsistemas:

- sistema de detecção perimetral;
- sensoriamento interno;
- circuito fechado de televisão;
- controle de acessos;
- controle de rondas.

O **sistema de detecção perimetral** é constituído por sensores complexos instalados de modo a formar uma barreira perimetral, cuja função é a de detectar a intrusão ou evasão de indivíduos na área controlada. Como exemplo de sensores utilizados citamos os do tipo infravermelho ativo, sensor de microondas, cabo microfônico e outros. Desses, o mais utilizado é o de infravermelho ativo, cuja interrupção do feixe invisível, uma fotocélula deixará de ser excitada, havendo alteração no estado de um relé interno; em se ocorrendo o fato, circuitos de alarmes podem ser acionados.

O **sistema de sensoriamento interno**, como o próprio nome indica, realiza o supervisionamento das áreas internas ao edifício, detectando anormalidades tais como: arrombamento de portas, quebra de janelas ou até mesmo intrusão de pessoas ao edifício. Geralmente atua associado ao sistema de controle de acessos e circuito fechado de televisão, enviando sinais de alarme às centrais de segurança.

Os dispositivos mais utilizados para o sensoriamento, são, segundo Castro Neto (1995):

- **sensor magnético de abertura:** instalados em portas e janelas, controlam sua abertura ou fechamento através de ímãs, enviando sinais de alarme; constituem-se por contatos encapsulados em vidro e imunes à corrosão;
- **sensor de vibração:** são utilizados em portas fortes, janelas e paredes e detectam qualquer vibração devida a impacto. Sua sensibilidade é regulável e essa regulagem é feita para se evitar falsos alarmes devidos a ventos fortes ou ruídos externos de grande intensidade;
- **sensor acústico:** é um sensor que detecta a frequência específica de vidros sendo quebrados; são bastante precisos e eliminam a possibilidade de falsos alarmes;
- **sensor infravermelho passivo:** controlam movimentação de pessoas em determinada área e podem ser integrados ao CFTV. Quando um alarme é ativado, ele ativa o sistema de gravação automática como também o de iluminação, para identificação de intrusos. Esses sensores são dotados de detector sensível à emissão de raios infravermelhos emitidos pelos seres vivos;
- **botões de pânico:** esse sistema é composto por emissor de sinais e receptor instalado na central de segurança. É um dispositivo para alerta dos guardas, no menor tempo possível, quando há alguma anormalidade ocorrendo no edifício.

O **sistema de circuito fechado de televisão (CFTV)**, consiste em câmeras, de dimensões cada vez mais reduzidas, instaladas em pontos críticos sob o ponto de vista da segurança, como, por exemplo, corredores, acessos a áreas restritas, entradas, saídas e garagens, que captam imagens locais e as transmitem à central de segurança onde se pode encontrar várias telas para a visualização dessas. Essas imagens são gravadas em vídeo com a finalidade de posterior reconstituição de eventos, caso necessário.

O sistema de **controle de acessos** é utilizado para gerenciar a entrada ou saída de pessoas ao edifício (visitantes ou funcionários), permitindo com isto, um controle estatístico de movimentação e frequência dos funcionários. Consiste em rede de processadores locais interligados a um processador central localizado na central de segurança. Cada processador local é dotado de um leitor de cartões e localizados em

pontos estratégicos onde se quer efetuar o controle. As unidades leitoras são associadas a dispositivos de bloqueio eletromagnéticos ou eletromecânicos do tipo catracas, fechos, fechaduras e outros. Quando ocorre algum bloqueio, alarmes são acionados e as informações permanecem no monitor da central de segurança até que alguma providência seja tomada.

A supervisão desse sistema é feita através de *software* de fácil compreensão para facilitar a atuação do operador; esta se dá com interface com os demais sistemas de segurança.

Os tipos de leitoras/cartões mais utilizados são: códigos de barras (ópticos), tarja magnética (magnético), *wiegand* (magnético), proximidade (radiofrequência), inteligentes (eletrônicos) e leitores biométricos.

O controle de rondas, é um sistema ligado à segurança do edifício e à economia de energia elétrica; consiste na colocação de pontos de registros em locais estratégicos do edifício, para que o percurso do vigia seja registrado de acordo com tempos mínimos e máximos previstos entre cada posto; este procedimento permite a detecção de alguma anormalidade quando o registro não é feito nos tempos estimados.

3.3.4 - Automação de escritórios.

Como já dissemos anteriormente, a onda de qualidade está presente na maioria dos setores de produção e de serviços e, no tocante aos escritórios, não poderia deixar de

acontecer, pois, a procura da eficácia é incessante para que no final se traduza em resultados competitivos no mercado.

Para tanto, estão adotando em escritórios, além da modernização dos equipamentos de trabalho, redes de transmissão de dados com alta velocidade, promovendo integração dos serviços e compartilhamento de equipamentos por diversos usuários ao mesmo tempo.

Além da vantagem da agilização dos trabalhos conseguida por essa integração, traduzindo em economia de tempo, esse sistema oferece serviços como agendas e listas telefônicas controladas por computador, arquivos cronológicos de documentação, envio e recebimento de mensagens para todo o mundo em segundos, acessibilidade a bancos de dados inclusive internacionais, segurança para documentos confidenciais. Esses procedimentos são possíveis de acontecer através da implantação de uma rede local, onde se pode, inclusive, aproveitar equipamentos existentes. Entretanto, esse sistema de rede local é um processo delicado, pois, deve refletir o esquema de organização da própria empresa.

A instalação física da rede não é complicada: a cada computador se liga uma placa controladora à qual, por sua vez, se liga um cabo pelo qual circulará a informação. Como esse sistema é multiusuário, é necessária a configuração de um *software* que assegure a integridade dos dados, estabeleça prioridades e permita ao usuário acessar arquivos e programas autorizados. Há também o lado administrativo que introduz na rede dados confidenciais e, neste caso, o *software* deve ser configurado para garantir proteção a esses dados não permitindo acessá-los sem uma devida senha. Também neste caso, a rede conta com um computador central que gerencie todas as funções; chamado servidor, deve ter configuração e capacidade de processo suficiente.

Esse tipo de automação atinge também o mercado global, envolvendo operações comerciais, de turismo (por exemplo: vendas de passagens, reservas de hotéis, itinerários turísticos), *marketing*, contabilidade, controles de estoques, correio eletrônico e outros.

É importante destacar a diferença entre automação de escritórios e edifício automatizado. O primeiro se refere à integração de equipamentos ligados à informática, através de redes, tendo como elemento básico a telemática e representa apenas um aspecto do sistema de automação. O segundo, mais amplo, significa basicamente a integração dos diversos sistemas de automação, específicos das instalações prediais, cujos processadores também devem operar em rede.

3.3.5 - Telecomunicações.

A comunicação interna e externa ao edifício é um tema de vital importância. Para isto, o princípio básico é o do telefone. A evolução da tecnologia empregada nas redes públicas de telecomunicações leva a uma adequação da rede interior para que se tire o máximo proveito dos serviços que as novas tecnologias da informática incorpora às redes públicas, até que se chegue à Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI), que proporciona, além da transmissão da voz, a transmissão de dados, imagens fixas ou em movimento (videocomunicação e videoconferência com linhas de alta velocidade).

Nos escritórios, a rede de comunicação instalada permite que a automação integre:

- soluções para processamento de documentos de forma ágil;
- bancos de dados corporativos e externos ao local de trabalho;
- recursos de correio eletrônico;
- agenda corporativa;
- formulários eletrônicos (com a vantagem de eliminar documentos em papel circulando pelo escritório);
- correio de voz;
- fax compartilhado.

Esses serviços se destinam a interligar postos de trabalho, facilitando a troca de informações de maneira precisa e rápida. Para que isto ocorra, é necessário que cada empresa implante uma Rede de Área Local. A partir desta rede e através da linha telefônica é possível se realizar operações de transmissão de sinais, os quais, originalmente são digitais; devem ser traduzidos, através de um *modem* para a

linguagem analógica e que, ao serem recebidos, devem ser novamente traduzidos para digital.

A evolução no campo das telecomunicações também é sensível no que se refere aos satélites, cabos de fibra ótica, que proporcionam maior capacidade e velocidade de transmissão de dados. Como exemplo, podemos citar o Japão que usa a fibra ótica de norte a sul oferecendo suporte para a RDSI. A fibra ótica, cujo princípio de transmissão é a luz, possui uma enorme capacidade de informação; enquanto um cabo coaxial submarino pode atender a 600 chamadas simultâneas, em um par de fibras óticas se conseguem quatro mil canais.

Desta forma, da união do telefone com a informática o usuário pode se beneficiar com a combinação da voz com a imagem e dados numa mesma linha, o que propicia uma comunicação, guardadas as proporções, a mais completa e rápida possível até o momento.

Para que se possibilite esse benefício, a rede interna de cabos ou rede de comunicação integrada é de vital importância, tendo em vista a integração de serviços e as constantes mudanças de situação que ocorrem ao longo do tempo.

Uma dos principais requisitos dos edifícios de escritórios modernos é a flexibilidade de *lay out*. Para se atender a esse requisito, o projeto da rede interna deve contemplar características determinantes para o seu desempenho. A rede, constituída por elementos físicos tais como pares de fios trançados, cabos coaxiais, fibras óticas e/ou outros, deve ser modulada, homogênea quanto à sua distribuição, permitir ampliações, além de se configurar de forma a atender a qualquer mudança na disposição das estações de trabalho.

A rede interna ou sistemas de cablagem estruturada, geralmente, é localizada no piso e disposta em canaletas metálicas sobrepostas às lajes (quando ocorre a existência de pisos elevados) ou inseridas no concreto, de tal forma que a manutenção fique facilitada e seja possível a conexão, tanto dos equipamentos informáticos existentes quanto das futuras aquisições.

Devido às mudanças no modo de trabalho em escritórios e ao incremento de terminais de computadores, surgiu a necessidade de se interligar, de forma física ou lógica, os equipamentos, constituindo uma rede, denominada Rede de Área Local, para que seja possível, principalmente, a troca de informações entre os diversos elementos.

Das diversas topologias permitidas, a mais usual é a rede tipo *bus*; esse tipo de rede possui uma única ligação física à qual cada nó se liga através de uma conexão. Neste caso, as mensagens são enviadas ao *bus*, que as retransmite ao nó de destino. É uma topologia de fácil manejo; entretanto, quando ocorrem avarias, essas são difíceis de serem localizadas, requerendo, portanto, aparelhos de teste e manutenção.

A figura abaixo ilustra esse tipo de rede.

3.3.6 - Domótica.

Seguindo as mesmas premissas dos edifícios automatizados, ou seja, conforto, segurança e economia, o ambiente doméstico também é passível de implementação de tecnologias de automação. A Domótica consiste na aplicação dessa tecnologia a nível residencial e é, portanto, “...a integração de distintas automatizações em conforto ambiental ou pessoal, segurança de bens e pessoas, comunicação interna e externa e no controle e gestão de fluidos. Integrados, todos esses elementos geram serviços avançados que têm por objetivo melhorar a qualidade de vida” (Angel, *Téchne* - jul/ago/ 94. p. 12 - 14).

A Domótica difere dos edifícios automatizados pelo público a que se destina, no caso, o usuário domiciliar, já que o princípio tecnológico empregado é o mesmo. Também tem como suporte básico os serviços da rede pública e privada da área de comunicações, podendo adotar a centralização do controle pelo telefone ou pela televisão.

Serviços como consumo de água e luz, segurança, comunicação, transporte (elevadores), ar-condicionado, conjunto audio/vídeo, etc., têm seus controles integrados e gerenciados por uma central que pode ser um micro computador. Apesar dos equipamentos para automação residencial abrangerem mais de uma automação na residência, sente-se que há muita incompatibilidade entre os produtos de um fabricante para outro, limitando o usuário na hora da escolha entre as diversas opções. A automatização residencial geralmente se dá por multiplicação de elementos quando o usuário sente a necessidade de implementar alguma item e isto repercute no aspecto econômico, pois, na falta de um planejamento prévio, as instalações acabam se tornando caras; cada nova adaptação implica em mais cabos, mais equipamentos adaptadores, já que não há padronização entre os diversos fabricantes.

Mas, um planejamento prévio, apesar de ideal, ainda está longe de acontecer, pelo menos no que se refere à nossa realidade. O assunto Domótica ainda é objeto de estudo e está apenas começando no Brasil. Em países desenvolvidos, como a França, por exemplo, há inclusive incentivo por parte do governo para a popularização do emprego desta tecnologia (largo emprego a custos acessíveis).

A automatização de residências será inevitável no futuro; hoje, o usuário domiciliar já “sente na pele” alguns problemas domésticos que estão se tornando de difícil solução a nível de tempo e mão de obra. Atualmente, a maioria das pessoas trabalha fora de casa e dispõe de pouco tempo para as atividades domésticas e a contratação de funcionários que executem essas tarefas acaba se tornando antieconômica. A segurança residencial também é um fator preocupante e os moradores buscam alternativas que tenham a intenção de resolver a questão. Há necessidade de

modernização e aplicação de novas tecnologias no que tange às atividades domésticas, pois, além de contribuir para minimizar esses problemas, ainda promove conforto, segurança e economia, sem falar na facilidade de comunicação entre moradores e morador com os serviços de interesse social (por exemplo: polícia, bombeiros, serviços de saúde, etc.) que se torna direta e automática através dos serviços interativos, tão importantes também para pessoas idosas e deficientes físicos.

Um problema que essa nova maneira de vida ainda encontra é a aceitação por parte do próprio usuário. Há desinformação quanto às vantagens do sistema e há também falta de poder aquisitivo. Realmente, a domotização utiliza equipamentos e serviços a custos ainda impopulares, mas, o aperfeiçoamento dos mesmos, através dos avanços tecnológicos, faz com que esses custos diminuam gradativamente, como o que ocorre com os equipamentos da informática, permitindo a sua popularização. E há esforços neste sentido; nos países industrializados esse procedimento já vem sendo adotado há pelo menos 10 anos e, no Brasil, já se tem notícia de esforços conjuntos entre universidades e empresas.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO.

4.1 - UMA VISÃO GERAL SOBRE A AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO) NO BRASIL E NO EXTERIOR.

A Avaliação Pós-Ocupação aplicada a edificações é uma prática que tem se mostrado muito eficiente para a retroalimentação de projetos, visto que, através da utilização das técnicas específicas do método, se consegue distinguir enganos nas obras executadas, cujos efeitos incidem diretamente nos usuários, causando-lhes sensações de descontentamento.

De acordo com o conceito de Blachère (1966, apud. Ornstein, 1992, pg. 15), “o princípio de avaliação de desempenho está associado aos conceitos interdependentes de *desempenho*, *idade-limite* e *necessidades dos usuários*”. No que se refere às necessidades dos usuários, vale a pena destacar o roteiro básico desenvolvido pelo CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - Paris, França), cujos itens, propostos pela ISO 6241 representam as funções que o edifício e seus componentes devem cumprir, para que essas sejam atendidas. Os requisitos, de forma sintética, são os seguintes:

- de estabilidade estrutural;
- de segurança pessoal e patrimonial;
- de estanqueidade;
- de conforto (higrotérmico, visual, acústico e tátil);
- de pureza do ar;
- de dinâmica (vibração de objetos, vento intenso, inclinação de rampas e escadas, habilidade no manuseio de portas, janelas e controle de equipamentos);
- de higiene (água, lixo, fumaça e contaminantes);
- de adequação de espaços (dimensões, geometria, flexibilidade e outros);
- de durabilidade;
- econômicos (manutenção).

Segundo Serra, (in: *Téchne*, n. 20, 1996, p. 11), o método de avaliação de desempenho, trazido da França, inicialmente privilegiava os aspectos físicos da edificação, o que, na concepção de Preiser (1988), significa o diagnóstico do edifício. Entretanto, comenta ainda Serra, com os avanços da normalização em países desenvolvidos, o nível da abordagem da APO se tornou mais abrangente, procurando investigar o ambiente, a satisfação do usuário e o impacto psicológico

A primeira APO formal e abrangente ocorreu na Grã-Bretanha, tendo sido estudados edifícios de escritórios e escolas, através das Unidades de Pesquisa *Pilkington*, da Universidade de *Liverpool* e da Unidade de Pesquisa do Desempenho de Edifícios, da Universidade de *Strachclyde - Glasgow*, Escócia. Esses estudos contemplaram a avaliação técnica, funcional e comportamental (Rabinowitz, 1984). O autor referido cita estudos em edifícios em uso (escolas primárias), realizados na Universidade de *Wisconsin, Milwaukee*, nos Estados Unidos, pelo Departamento de Arquitetura, os quais, contemplaram os mesmos aspectos citados acima.

Apesar de ser ainda relativamente pouco conhecida no Brasil, a Avaliação Pós-Ocupação é uma prática comum nos Estados Unidos. Em países desenvolvidos, onde a economia é competitiva, a requisição desses trabalhos é mais significativa. Preiser, um dos maiores especialistas internacionais em APO, da *University of Cincinnati*, em

Ohio, justifica essa afirmação em entrevista (Téchne, n. 20, 1996, p. 11), tomando como exemplo, hospitais americanos que, para oferecer ambientes mais agradáveis objetivando atrair os clientes, encomendam esse tipo de trabalho (um exemplo é o *Children's Hospital*, em *Cincinnati*). Naquele país, os principais clientes são as instituições particulares, embora avaliações solicitadas por órgãos governamentais sejam expressivas. Preiser também destaca, no mesmo artigo, o estímulo do governo da Austrália e da Nova Zelândia, à aplicação de APO nos escritórios de administração e serviços públicos. Faz referências também a construtoras japonesas que aplicaram este método para avaliação de edifícios antigos, além de atividades de APO na Inglaterra e raras na Alemanha.

Como exemplo de aplicação do método em questão, citamos também a pesquisa realizada em dez edifícios de escritórios, situados na área da *San Francisco Bay*, nos Estados Unidos, a qual enfoca seu conforto térmico (Schiller et al, 1988).

Em se tratando de edifícios de escritórios, cabe ressaltar a importância de uma parceria entre a universidade e a indústria, a *ABSIC (Advanced Building Systems Integration Consortium)*, de atuação mundial, que se estabeleceu em 1988, na *Carnegie Mellon University* - Estados Unidos. Esse consórcio se dedica a pesquisas e desenvolvimento da qualidade nos ambientes de trabalho que utilizam tecnologias avançadas. Ele define algumas atividades críticas para o desenvolvimento de ambientes avançados para o trabalho, as quais, de um modo geral são: a antecipação do alcance das novas tecnologias que serão desenvolvidas para os escritórios; o entendimento das respostas ambientais e físicas e os controles que serão necessários para essas tecnologias; a integração dos sistemas de automação para promover conforto aos usuários (térmico, visual, acústico, espacial, qualidade do ar e outros) e proposições de processos de resgate do edifício para que ofereça alto desempenho ambiental, sendo capaz de acomodar as mudanças tecnológicas, a baixos custos de operação e manutenção.

Essas atividades têm características que, segundo Hartkopf et al (1993), membros desse Consórcio, requerem uma equipe multidisciplinar para desenvolvê-las. A exemplo disto, os autores citam pesquisas realizadas em edifícios de escritórios no

Japão, cuja introdução de sistemas integrados, modificando o cenário de trabalho, requisitou testes de Avaliação Pós-Ocupação. Os edifícios são: *Toshiba Headquarters*, *NTT Twins Regional Headquarters*, *ARK Mori Building* e *Umeda Center Building*, cujos projetos contemplaram aspectos fundamentais de qualidade ambiental. Os resultados das avaliações revelam as compatibilidades e incompatibilidades do ponto de vista técnico, bem como dos usuários, apresentando insumos bastante significativos para a retroalimentação de projetos de edifícios de escritórios conceitualmente modernos.

A Avaliação Pós-Ocupação, no Brasil, é um campo novo de conhecimento para as áreas de Arquitetura e Engenharia. Segundo Ornstein (1992), a repetição sucessiva de enganos ou erros na produção de edificações nacionais, carece de avaliações sistemáticas de desempenho. Ornstein (1992, p. 11) diz, ainda, que “desde a eclosão da arquitetura moderna internacional, o que ocorre, muitas vezes, é a reprodução de modelos importados ou fundamentados em más interpretações arquitetônicas decorrentes de experiências nem sempre afetas à nossa realidade”

Em decorrência desses fatos, a APO é um assunto que tem despertado interesse, tanto no meio acadêmico quanto no empresarial. Em função disto, têm sido desenvolvidas pesquisas nesse sentido, junto ao NUTAU (Núcleo de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), tendo como principal responsável nesta área, a Dr.^a Sheila W. Ornstein. Dentre as pesquisas, podemos citar: avaliações de desempenho em edifícios da rede pública de Escolas de Primeiro e Segundo Graus, Conjuntos Habitacionais e, mais recentemente, em Edifícios de Escritórios, com ênfase para os aspectos de comportamento dos usuários e ambiente de trabalho, que, segundo Ornstein (Téchne, n. 20, p. 11), constitui uma exceção, pois, no Brasil, as avaliações enfocam principalmente o comportamento físico do edifício.

Citamos também outras pesquisas em Avaliação Pós-Ocupação desenvolvidas no Brasil, tais como: Avaliações em Condomínio Vertical, na Paraíba; Conjuntos Habitacionais e Redes de Esgoto Domiciliar em Conjuntos Habitacionais Populares, no Rio Grande do Sul; Campus Universitário, no Rio de Janeiro; Adequação de Habitações de Praia para o Turista, em Santa Catarina.

Pelos exemplos citados, pode-se observar que, no Brasil, as pesquisas são desenvolvidas muito mais no contexto acadêmico, o que não acontece nos países desenvolvidos, principalmente nos Estados Unidos. Preiser (Téchne, n. 20, p. 11) acredita que a razão principal para a diferença entre Estados Unidos e Brasil, em relação ao desenvolvimento da APO, seja o ambiente competitivo, bem mais acentuado naquele país.

A despeito disto, observamos que, no âmbito empresarial da construção de edifícios de escritórios, a competitividade já se faz presente e, em consequência disto, há demonstrações de interesse, por parte dos empreendedores, nos resultados de avaliações dessa ordem. O interesse, embora cauteloso, mas justificável pela escassez de informações, reflete a preocupação dessas empresas, com a qualidade de seus produtos.

4.2 - DESCRIÇÃO SUCINTA DO MÉTODO, ÀS VISTAS DA PESQUISA DE MESTRADO.

Para atender aos objetivos propostos pela pesquisa, utilizamos, em princípio, os procedimentos e as técnicas adotados no método de Avaliação Pós-Ocupação (APO), representados por entrevistas selecionadas com usuários-chave, consultas a técnicos e projetistas e medidas físicas, relacionados à estrutura organizacional da entidade analisada, inclusive adotados no método da Avaliação Durante Operação (ADO) proposto por ALMEIDA (1994) específico para avaliação de sistemas prediais. Esses procedimentos visam a coleta de dados com a finalidade de diagnosticar aspectos satisfatórios e insatisfatórios dos estudos de caso, no que tange ao funcionalismo, economia, técnicas construtivas e conforto ambiental, entendendo aqui que devem ser confrontados a avaliação técnica e o ponto de vista do usuário.

Em se tratando, a pesquisa, de um estudo de desempenho, cabe esclarecer que as atividades do usuário num determinado ambiente e suas necessidades com relação a ele, servirão para estabelecer critérios de desempenho.

Como este trabalho constitui em estudos de caso onde são analisados os desempenhos de dois edifícios face à automação e controle de suas instalações, são também utilizadas métodos e técnicas de Avaliação Durante Operação (ADO), já mencionado anteriormente, dado que este método é específico para instalações prediais, sendo que APO e ADO se completam neste caso.

As principais etapas do procedimento metodológico utilizadas neste trabalho são as seguintes:

- a - Levantamento de dados secundários na área de Avaliação Pós-Ocupação (APO) em ambientes construídos no setor de comércio e serviços;
- b - Levantamento de dados secundários sobre trabalhos na área de Avaliação Pós-Ocupação em ambientes com tecnologia disponível, relacionados à conservação de recursos energéticos e melhoria da qualidade dos níveis de conforto ambiental;
- c - Levantamento de dados secundários sobre operação e manutenção de sistemas prediais com gerenciamento automatizado;
- d - Definição da amostra representativa;
- e - Levantamento documental dos edifícios a serem analisados, tendo como mais importantes os documentos:

Projetos executivos:

- plantas, cortes e detalhes;
- memoriais descritivos;
- especificações técnicas de serviços;

- especificações técnicas de materiais;
- memoriais de cálculo;
- relação de materiais;
- projeto dos sistemas hidráulicos;
- projeto dos sistemas elétricos;
- projeto dos sistemas de comunicação;
- projeto dos sistemas de ar condicionado e ventilação;
- projeto arquitetônico;
- projeto estrutural;
- projetos de fabricantes de componentes de sistemas prediais (incluindo elevadores, ar condicionado, ventilação, quadros elétricos, bombas, etc.)
- projetos complementares (fundações, paisagismo, luminotécnica, decoração, *lay-out*, e outros);
- projetos de sistemas de automação.

Projetos legais:

- projeto aprovado de prefeitura;
- projetos modificativos de prefeitura;
- projeto de proteção e combate a incêndios (corpo de bombeiros)
- projeto de tubulação telefônica (companhia telefônica);
- projeto de cabeação telefônica;
- projeto aprovado do sistema elétrico (cia. energia elétrica);
- projeto de dimensionamento de água e esgoto;
- projetos de regularização junto a outros órgãos (controle ambiental, controle de uso, seguradores, controle sanitário, etc.).

Projetos "As Built":

- projetos de reformas parciais;
- alterações de *lay-out*;
- alterações de componentes dos sistemas prediais.

Documentos comprobatórios de gastos com insumos prediais:

- contas de energia elétrica e telefonia;
- contas de água e esgoto;
- impostos anuais do edifício;
- despesas periódicas com manutenção e operação;
- despesas ocasionais (emergências) com os sistemas prediais e sistemas de automação;
- despesas com intervenções nesses sistemas;
- multas de órgãos públicos, etc.

Documentos relativos às expectativas iniciais do empreendimento:

- atas de reuniões preliminares elaboradas durante o processo de concepção e projeto do edifício;
- folhetos e memoriais de venda;
- contratos de condomínios, contratos de venda, etc.

f - Levantamento cadastral.

Esta etapa visa coletar dados em campo para auxiliar no diagnóstico. Serão coletados os dados através de:

- aplicação de questionários;
- mapas comportamentais;
- registros de comportamento através de fotos;
- vistoria do edifício;
- medições de temperatura e umidade do ar e iluminação.

Nesta fase há um contato mais intenso da equipe técnica com os edifícios estudados de caso e deve ser planejada de modo a evitar retornos em excesso ao local para adquirir mais informações; para isto, seguimos as fases:

- pré-análise do material obtido na fase anterior;
- seleção da equipe de campo;
- análise e separação dos itens a serem cadastrados;
- preparo do material de campo (planilhas, equipamentos, plantas, fluxogramas dos sistemas);
- organização das atividades de campo tais como:
- cadastramento da equipe junto à administração do edifício;
- acerto de horários de trabalho;
- liberação de acessos às áreas técnicas;
- identificação de funcionário responsável pelo acesso e acompanhamento da equipe durante o cadastramento;
- identificação da equipe de campo (crachás e outros).

g - Levantamento das necessidades dos usuários dos sistemas prediais.

Nesta etapa procedemos a:

- definição dos usuários;
- escolha dos usuários-chave (inclusive responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas);
- levantamento das necessidades dos usuários;
- preparação do material de campo;
- organização das atividades de campo;
- aplicação de questionários e compilação de dados.

h - Análise e diagnóstico.

Nesta fase, podemos identificar os problemas e determinar sua origem; podem ser avaliadas as possibilidades de modificações futuras com relação aos aspectos que apresentarem deficiências e/ou incompatibilizações, tendo em vista o cruzamento da avaliação sob a ótica do usuário da avaliação técnica. São envolvidos profissionais do tipo: engenheiros, arquitetos, técnicos especialistas em cada sistema implantado e outros que se fizerem necessários.

Constituem esta fase:

- análise dos levantamentos (documental, cadastral, necessidades dos usuários e análise técnica);
- determinação das patologias e incompatibilidades;
- diagnóstico propriamente dito.

i - Recomendações para os estudos de caso.

Através de relatórios qualitativos e quantitativos, onde deve ficar clara a situação real dos edifícios quanto aos aspectos analisados, fornecer indicadores que podem auxiliar em possíveis planos de recuperação dos setores prejudicados.

j - Fornecer insumos para um banco de dados específico, a ser implantado junto ao NUTAU/FAU-USP, o qual deve contribuir para a retroalimentação no processo projetual de edifícios semelhantes.

CAPÍTULO 5

DEFINIÇÃO DA AMOSTRA E CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.

Este capítulo contém o desenvolvimento de atividades da primeira etapa da pesquisa e que se referem à definição e caracterização dos objetos de estudo, desenvolvidas de acordo com os procedimentos metodológicos adotados e descritos no capítulo anterior.

Para melhor entendimento dos passos seguidos nesta fase, adotamos a forma sequencial de apresentação pela ordem cronológica de realização de cada tarefa. Nesta oportunidade, comentamos, a cada passo, sobre fatos relevantes que influíram no andamento de cada etapa.

5.1 - PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DA AMOSTRA.

Para definir a amostra representativa de edifícios para a pesquisa, inicialmente foi necessária uma reflexão e análise sobre a proposta inicial, tanto da pesquisa mais ampla do NUTAU-FAU/USP citada no capítulo 1 deste trabalho, quanto da pesquisa de mestrado, no que se refere a prazos a serem cumpridos e disponibilidade de recursos financeiros e humanos.

Em princípio, ficou decidido que a amostra para a pesquisa mais ampla é composta de quatro (4) edifícios do setor de comércio e serviços, mais especificamente, de escritórios, cujas características serão descritas adiante; e que dessa amostra, um (1) edifício seria o objeto de estudo para a pesquisa deste mestrado e, neste caso, uma característica significativa é o fato de ser automatizado, dado o enfoque da dissertação. Ainda sobre a amostra de quatro edifícios, consideramos que dois (2) exemplares devem apresentar algum grau de gerenciamento em suas instalações e/ou serviços para que seja possível a comparação dos resultados referentes ao desempenho destes e dos outros dois edifícios, que no caso, não apresentam essa característica, sendo, portanto, ditos **convencionais**.

Entretanto, no decorrer da pesquisa de mestrado, surgiu a oportunidade de se incorporar mais um edifício à amostra específica, também pertencente à amostra dos quatro edifícios citados anteriormente. Este fato se tornou relevante no sentido de promover qualidade ao trabalho, principalmente no que se refere à repetição dos procedimentos adotados e, conseqüentemente, uma maior confiabilidade nos resultados, visto que, desta forma, tornou-se possível a comparação de vários aspectos comuns aos dois exemplares. Além disto, a análise de dois (2) elementos propicia, em termos quantitativos, maior incremento ao banco de dados a ser gerado pela pesquisa mais ampla citada anteriormente.

5.1.1 - SELEÇÃO DOS EDIFÍCIOS.

Para selecionar a amostra de edifícios, adotamos o seguinte procedimento:

A - Definição das características básicas dos edifícios componentes da amostra.

As características abaixo relacionadas foram determinadas de forma a atender às condições das duas pesquisas (mais ampla e de mestrado). Essa determinação foi decidida em comum acordo entre os membros da equipe interdisciplinar e a mestranda, visto que existem aspectos específicos a serem abordados pelas duas pesquisas. As características são:

- ser edifício de escritórios;
- adotar tipologias semelhantes;
- possuir pelo menos 10 pavimentos; (obs.: um dos edifícios da amostra final não satisfaz a esta condição. Ver explicação no item E deste capítulo)
- ter área construída mínima de 4.000 m²;
- estarem situados em uma mesma região, portanto, sujeitos ao mesmo micro-clima;
- usarem em sua construção, basicamente os mesmos materiais e componentes;
- utilizarem tecnologia de automação nos controles dos sistemas prediais (esta condição para 2 edifícios);
- terem sido ocupados há, no mínimo, 1 ano;
- a data de término de suas construções (dos edifícios automatizados) serem compreendidas entre 1989 e 1993;
- oferecerem condições de acessibilidade para o bom andamento da pesquisa.

B - Pré-seleção através de listagem.

Tendo em vista as características definidas na etapa anterior, foi necessário buscar fonte de informação sobre a contingência de edifícios dessa natureza. Tomou-se como ponto de partida a consulta junto ao SINDUSCON (Sindicato da Indústria da Construção Civil) sobre um possível acervo que contivesse essas informações; este órgão não possui as informações solicitadas. Em seguida, foi consultada a SEHAB (Secretaria da Habitação), que também não possui tal arquivo; entretanto, nos foi indicado o setor que deveria ser procurado. Neste caso, foi procurada a SECRETARIA DE FINANÇAS DA PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, onde, através do Departamento de Rendas Imobiliárias, foi possível se conseguir uma listagem completa dos edifícios construídos na ocasião determinada.

Essa listagem é um produto de intensas pesquisas por parte desse departamento da Prefeitura, envolvendo vários funcionários do Departamento e, inclusive a aquisição, por parte desse mesmo setor, de um *software* específico para pesquisa avançada nos arquivos da referida Secretaria, conforme exemplo na figura abaixo (fig. 5.1).

PMSP/SF/RI *** TPCL - CONSULTA DE DADOS CADASTRAIS / P.FISCAL *** 24/10/94									
SQL (. . -) EX () PW () 12.46.42									

085.647.0296-7 EX 94 PROP INCORPORADORA MBS S/A									
CD-DC 02-7 RH 130192 COMPR									
LOCAL 21514-7 AV ROQUE PETRONI JUNIOR 00999 CEP 04707-000									
COMPLEMENTO LJA E 7VGS MORUMBI OFFICE TOWER									
END ENT CEP									
COMPLEMENTO									

T/EF	AREA	TEST	CALC	VL.M2T	FR.IDEAL	-----TESTADAS DE CONSERVACAO-----			
03/2	15.428	242,93	54.604	0,0200	243				

CODLOG-VT	AR.CONSTR	PAD	AR.OCUPADA	AR.INCORP	EXC.AREA	PAVTO	ACC		
	865	44	5.084	15.428		19	993		

USO COB	TEPR	CN	LI	SI	IL	ZF	CI	III	FASE
041 11	01	1	1	1	0	2			ATIV

VALORES	V.V.IMOVEL			V.V.EXCESSO		ZONEAMENTO		F.ESPEC.	
	131.161.057					06.037.000-9		1,0000 AE	
VIDA	TPCL-D	89	90	91	92	93	94	VENCTO 1A	
94/AT	-	-	-	-	-	-	U01	28/03/94	
12.46.42	*** CONSULTA EFETUADA ***							TELA ()	

Fig. 5.1 - Exemplo da listagem dos edifícios.

Fonte: Secretaria de Finanças da Prefeitura de São Paulo.

Das informações contidas nesse documento, foram utilizadas as seguintes:

- Proprietário;
- Endereço;
- Fração ideal;
- Área construída;
- Área ocupada;
- Número de pavimentos;
- Ano de conclusão da obra;
- Uso;
- Vida (época de ocupação).

Utilizando-se esses dados, realizamos uma análise dos exemplares apresentados na listagem geral, constituída por cento e setenta (170) elementos, no sentido de verificar a adequação dos mesmos às características definidas como básicas no projeto inicial. Entretanto, os dados relacionados acima permitiram apenas uma pré-

seleção, dado que não fazem referências às demais características pretendidas para os objetos de estudo. Dos edifícios relacionados na listagem, apenas vinte e três (23) estavam adequados a algumas das condições iniciais.

De acordo com os dados da listagem, foi definido o uso dos edifícios; neste caso, usando tabela fornecida pela mesma fonte, classificamos seu uso como “edifícios de escritórios em condomínio ou não condomínio, isto é, ocupado por várias ou uma única empresa”, nessa mesma ordem.

Quanto à área mínima construída, os vinte e três (23) edifícios satisfazem à condição inicial, apresentando, em sua maioria, acima de 4.000 m².

Com relação à data de conclusão da obra e tempo de ocupação, os mesmos exemplares estão de acordo com as condições previstas. São edifícios construídos nos anos de 1989 a 1993 e ocupados há mais de 1 ano até a data do início da pesquisa de campo.

Para as definições acima, foi utilizada a tabela 5.1, apresentada a seguir, fornecida pela referida Secretaria juntamente com a listagem.

Para atender à condição dos objetos se situarem, preferencialmente em uma mesma região e, portanto, estarem sujeitos ao mesmo micro-clima, identificamos os edifícios localizados na região do bairro Brooklin Novo, área situada nas proximidades da Av. Luis Carlos Berrini e Av. das Nações Unidas, onde se concentra grande aglomeração de edifícios de escritórios construídos desde a década de 80 até agora. A figura a seguir, (fig. 5.2) mostra a região onde está localizada a maioria dos edifícios abordados.

Tab. 5.1 - Tabela de “uso” consultada para seleção dos edifícios.
Fonte: Secretaria de Finanças da Prefeitura de São Paulo

TABELA 3 - PADRÃO DE CONSTRUÇÃO (COM. M²) - CAMPO 35					
TIPO	A	B	C	D	E
TIPO 1 - RESIDENCIAL HORIZONTAL	10	11	12	13	14
TIPO 2 - RESIDENCIAL VERTICAL	20	21	22	23	24
TIPO 3 - COMERCIAL HORIZONTAL	31	32	33	34	
TIPO 4 - COMERCIAL VERTICAL	41	42	43	44	

TIPO 5	A	B	C	D	E
BARRACÃO	81	82			
TELHEIRO	81	82			
OFICINA	81	82	83	84	
POSTO DE SERVIÇO		82	83	84	
ARMAZÉM		82	83	84	
INDÚSTRIA		82	83	84	85
TIPO 6	A	B	C	D	
EDIFÍCIO DE GARAGENS	91				
TEMPLO, CLUBE, GINÁSIO OU ESTÁDIO ESPORTIVO, MUSEU, HIPÓDROMO, CINEMA, TEATRO AEROPORTO, ESTAÇÕES, ETC.		92	93	94	

TABELA 4 - USO - CAMPO 42

0 - TERRENO
00 - TERRENO
1 - RESIDÊNCIA
10 - RESIDÊNCIA
12 - RESIDÊNCIA COLETIVA EXCLUSIVE CORTIÇO
13 - CORTIÇO
14 - RESIDÊNCIA E LOJA (PREDOMINÂNCIA RESIDENCIAL)
2 - APARTAMENTO
20 - APARTAMENTO EM CONDOMÍNIO (EXIGE FRAÇÃO IDEAL)
21 - PRÉDIO DE APARTAMENTO NÃO EM CONDOMÍNIO, DE USO EXCLUSIVAMENTE RESIDENCIAL
22 - PRÉDIO DE APARTAMENTO NÃO EM CONDOMÍNIO, DE USO MISTO (APARTAMENTOS E ESCRITÓRIOS E/OU CONSULTÓRIOS, COM OU SEM LOJA (PREDOMINÂNCIA RESIDENCIAL)
23 - GARAGEM (UNIDADE AUTÔNOMA) EM EDIFÍCIO EM CONDOMÍNIO DE ESCRITÓRIOS, CONSULTÓRIOS OU MISTO (EXIGE FRAÇÃO IDEAL)
24 - GARAGEM (UNIDADE AUTÔNOMA) EM EDIFÍCIO EM CONDOMÍNIO DE USO EXCLUSIVAMENTE RESIDENCIAL (EXIGE FRAÇÃO IDEAL)

(continua)

TABELA 4 - USO - CAMPO 42 (continuação)

3 - ESCRITÓRIO
30. Escritório ou consultório em condomínio (unidade autônoma exige fração ideal)
31. Prédio de escritório ou consultório, não em condomínio com ou sem lojas
32. Prédio de escritório, não em condomínio, de uso misto (apartamentos e escritórios e/ou consultórios) com ou sem loja (predominância comercial)
4 - COMÉRCIO
40. Loja
41. Loja em edifício em condomínio (unidade autônoma, exige fração ideal)
42. Loja em residência (predominância comercial)
43. Outras edificações do tipo, com utilização múltipla.
5 - INDÚSTRIA, ARMAZÉNS GERAIS E DEPÓSITOS.
50. Indústria
51. Armazéns gerais e depósitos
6 - SERVIÇOS
60. Oficina
61. Posto de serviço
62. Garagem (exclusivo em prédio em condomínio)
63. Garagem (unidade autônoma) de prédio de garagens (exige fração ideal)
64. Outras edificações do tipo, com utilização múltipla.
7 - USO COLETIVO
70. Cinema, teatro, casa de diversão, clube ou congêneres
71. Escola
72. Templo
73. Clube esportivo
74. Outras edificações do tipo, com utilização múltipla
8 - USO ESPECIAL
80. Hotel, pensão ou hospedaria
81. Hospital, ambulatório, casa de saúde e assemelhados
82. Estação radioemissora de televisão ou empresa jornalística
83. Asilo, orfanato, creche, seminário ou convento
84. Outras edificações do tipo, com utilização múltipla.

TABELA 5 - COBRANÇA - CAMPO 43

0 - PROPRIETÁRIO IGNORADO
01. Código utilizado no preenchimento da FAC (não emite NR). Nos relatórios de saída aparece o código 01.
1 - PROPRIETÁRIO PARTICULAR
11. Normal
12. Imune de impostos (emite NR para as taxas)
13. Isento ou imune de impostos, depende de requerimento anual. Emite 2 ou 3 NRs.
14. Isento de impostos (emite NR para as taxas)
15. Isento de imposto predial mantido o imposto do excesso de área.
(continua)

Fig. 5.2 - Mapa de São Paulo - bairro Brooklin Novo.

Fonte: Folder - Birmann

C - Realização de registro fotográfico da amostra pré-selecionada.

Tendo em mãos o mapeamento dos edifícios pré-selecionados pela listagem, procedemos a um registro fotográfico externo dos mesmos. Foram feitos registros fotográficos sob ângulos tais que permitissem uma boa visualização do prédio; através de observações e análises desse arquivo fotográfico, foi possível conhecer suas tipologias e ainda definir materiais de acabamento, pelo menos de suas envolventes. Esta etapa teve a duração de dois (2) dias e contou com a colaboração de profissionais especialistas em fotografia e equipamentos específicos para o caso, do Laboratório Fotográfico da FAU-USP.

À época da realização das fotografias, foi feita uma primeira abordagem junto aos edifícios sobre algumas de suas características, como por exemplo, a existência de instalações e/ou serviços automatizados. Foram também sugeridas informações a respeito da acessibilidade aos prédios ou indicação de pessoas para futuros contatos para se obter esse acesso. As poucas informações conseguidas não foram significativas nem muito claras, dado que os informantes, em sua maioria, eram porteiros, recepcionistas ou zeladores dos mesmos e, ou não sabiam responder ao que foi perguntado ou não podiam responder por questão de segurança.

A seguir, apresentamos alguns exemplos dos edifícios fotografados (fotos 5.1 a 5.8)

Foto 5.1 - Amostra de edifícios.

Foto 5.2 - Amostra de edifícios.

Foto 5.3 - Amostra de edifícios.

Foto 5.4 - Amostra de edifícios.

Foto 5.5 - Amostra de edifícios.

Foto 5.6 - Amostra de edifícios.

Foto 5.7 - Amostra de edifícios.

Foto 5.8 - Amostra de edifícios.

D - Seleção dos edifícios quanto à tipologia.

A partir de uma análise visual através das fotografias, procurou-se reduzir a amostra agrupando os edifícios segundo as tipologias. Entretanto, a redução não foi significativa, dado que a maioria dos edifícios apresentam tipologias semelhantes; apenas três (3) exemplares foram eliminados do grupo.

Pela visualização externa dos edifícios, observamos que há uma predominância de envoltórias com percentual de envidraçamento alto, chegando até mesmo a 100% (cortinas de vidro). Na maioria dos casos, as fachadas são compostas por vidros refletivos e estruturas em concreto armado, revestidas por mármore ou granito. Apresentam também como característica comum, amplo pavimento térreo utilizado como recepção e alguns serviços; apresentam pavimentos tipo com lajes aparentemente livres para *lay out* flexível. Outra característica comum é a presença de subsolos de garagem.

E - Acessibilidade aos edifícios.

Conhecendo os endereços dos vinte edifícios selecionados até então e, com as poucas informações sobre os corpos administrativos de alguns deles, iniciamos os contatos, em nome da FAU/USP e NUTAU, com administradores dos mesmos.

Todos os edifícios selecionados são de propriedade privada; alguns são ocupados por uma única empresa e outros por várias empresas diferentes, sendo em “não condomínio” e “em condomínio”. Depois de várias tentativas a vários edifícios, pudemos sentir que a acessibilidade a esses edifícios é bastante restrita, dado que a maioria das empresas não estão dispostas a colaborar, alegando que não estão interessadas neste tipo de pesquisa ou que o ingresso por parte de pessoas estranhas ao seu ambiente pode causar transtorno em sua rotina de trabalho. Sendo assim, a acessibilidade se tornou um dos fatores mais significativos na seleção final da amostra dos quatro (4) edifícios.

O acesso ao primeiro edifício, que a partir de agora denominamos **EDIFÍCIO “A”** e que será descrito ainda neste capítulo, foi concedido após algumas entrevistas com um gerente de divisão de um setor específico da organização da empresa. Houve também necessidade de consulta a nível presidencial da empresa já que, em se tratando de edifício de escritórios de uma empresa comercial, a decisão de abrir o espaço para a pesquisa deveria ter o aval do presidente da mesma.

Apesar de não estar incluído na amostra dos 20 primeiros edifícios, este satisfaz plenamente a todas as condições pretendidas inicialmente, a menos do número de pavimentos; o mesmo conta com apenas sete (7), incluindo térreo e subsolo. Este fato explica a sua não inclusão na listagem preliminar referida anteriormente. Entretanto, decidimos considerá-lo na amostra devido à relevância de seus aspectos no que se referem à automação.

O acesso ao segundo edifício, agora denominado **EDIFÍCIO “B”**, foi conseguido através de contatos realizados pela intermediação de pessoa não usuária do edifício e que tem conhecimento com funcionários da empresa ocupante. Essa intermediação se deu apenas na apresentação da mestrandia junto à sua administração; em seguida houveram várias reuniões entre a administração e a mestrandia, contando, inclusive, em algumas delas, com a participação da orientadora, para esclarecimentos sobre o processo de desenvolvimento da pesquisa, os resultados pretendidos, cronogramas, nível de acesso às dependências do edifício, tipo de envolvimento dos funcionários com relação à pesquisa e outros, da mesma forma como ocorreu junto ao edifício “A”.

Salientamos que o edifício “B” é um dos elementos da amostra inicial de vinte 20 exemplares e também satisfaz às condições preliminares; apresenta gerenciamento automatizado em suas instalações e serviços, embora em nível um pouco menos sofisticado que no Edifício “A” e conta com equipamentos modernos em suas instalações, que serão totalmente aproveitados em *retrofit* que já começa a ser realizado e também há uma supervisão da operação de diversos setores através de computador.

Com relação à receptividade às equipes de trabalho, consideramos excelente e fundamental para o bom andamento da pesquisa, tanto no Edifício “A” quanto no edifício “B”, dado que foi dada abertura suficiente e necessária para desenvolvermos de maneira satisfatória as etapas das duas pesquisas, a mais ampla do NUTAU/FAU-USP e a de mestrado. Além disto, houve e continua havendo ampla cooperação tanto por parte dos usuários, funcionários de operação e manutenção das instalações e serviços quanto das demais pessoas diretamente ligadas ao desenvolvimento da pesquisa.

Quanto à definição da acessibilidade aos outros dois (2) edifícios da amostra maior, de quatro (4) elementos, é parte integrante de relatórios próprios da pesquisa mais ampla já referida, já que não são objetos de estudo da pesquisa de mestrado.

5.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDOS DE CASO

Os itens seguintes, descrevem os dois edifícios objetos de estudo sob o ponto de vista técnico-construtivo, ocupacional e do gerenciamento ou supervisão de suas instalações e serviços, visto que são os aspectos enfocados na dissertação de mestrado.

5.2.1 - EDIFÍCIO “A”

O primeiro edifício objeto de estudo desta pesquisa, considerado também como piloto, constitui-se de um único elemento, projetado e construído entre 1992 e 1993. Situa-se na cidade de São Paulo, no bairro Brooklin Novo, na região compreendida pela Av. Nações Unidas (Marginal do Rio Pinheiros) e a Av. Engº Luis Carlos Berrini. Foi ocupado desde o término de sua construção por uma única empresa comercial; neste local estão instalados aproximadamente dois terços (2/3) do contingente de escritórios que fazem parte da mesma.

Situa-se em local privilegiado com relação à visibilidade da região, pois, ao longo de sua fachada principal não existem obstruções externas de grande porte; este fato o torna um ponto de destaque entre as edificações da vizinhança, apesar de sua pouca altitude.

O projeto arquitetônico desse edifício é de autoria da Arquiteta Raquel Domingues, da empresa Birmann S.A. Comércio e Empreendimentos, sendo que essa mesma empresa também atuou como empreendedor neste caso. A construção desse edifício teve objetivo comercial e seu projeto não contemplou definição prévia do perfil do ocupante, visto que a Birmann realiza empreendimentos especificamente de escritórios para comercialização posterior. Quando ainda em fase de construção, o empreendimento foi adquirido pela empresa que ora o ocupa; assim sendo, contratou-se a empresa Intarco para a elaboração e adequação dos projetos complementares de acordo com as necessidades da mesma. Das modificações realizadas, observando as características originais do projeto, cita-se como uma das mais importantes, a adoção do piso elevado que, apesar de promover um incremento de custo da ordem de US\$ 70,00/m², segundo informações da empresa referida anteriormente, essa decisão foi tomada objetivando a garantia de flexibilidade de *lay out*, característica de modernidade em concepção de escritórios. Em decorrência dessa modificação, outras se fizeram necessárias, como, por exemplo, nas escadas e elevadores.

O Edifício “A” é formado por um (1) subsolo, térreo, quatro (4) andares tipo e cobertura. Está implantado em terreno retangular de 4.000 m², em esquina. Sua área construída é de 12.000 m², sendo que cada andar tipo tem cerca de 1.500 m² de área bruta, segundo documento específico desse edifício fornecido pela empresa Birmann..

No subsolo se encontram, além de estacionamento para funcionários, serviços de expedição e depósito de papéis; o pavimento térreo é caracterizado por uma praça e uma área aberta lateralmente e coberta pela laje do primeiro andar, destinada a eventos e uma praça; nesse pavimento também se encontra a recepção, sala de espera, *hall* de elevadores e ainda uma agência bancária privativa; externamente, se encontra o estacionamento para visitantes. Do 1º ao 4º andares, encontram-se escritórios para

funcionários, salas de reuniões, diretorias e presidência, além de copa, sanitários e outros. A cobertura possui salas de treinamento, cozinha, sala de refeição e Centro de Processamento de Dados (CPD); entretanto, a maior parte desse pavimento significa área técnica de apoio ao edifício.

Esse edifício, caracterizado por lajes livres (*landscape office*), possui “core” de serviços e varanda, correspondendo, juntos, a 20 % do total da laje. O “core” é formado por sanitários, depósitos, copa, elevadores, *shafts* e escadas de emergência com antecâmara e portas corta-fogo.

A planta livre é característica marcante do edifício. Como já foi comentado, as lajes são dotadas de pisos elevados e apresenta sistema de pré-cablagem; desta forma, a flexibilidade de *lay out* fica garantida sem prejuízos de tomada de energia elétrica, telefone e dados.

Com relação à envolvente do edifício, a mesma é composta de alvenaria e estrutura de concreto armado, revestida externamente por placas de mármore branco, complementada por caixilhos metálicos e vidros laminados verdes refletivos, ao longo de quase todo o perímetro do edifício.

Uma das principais características desse edifício é a proposta de gerenciamento das instalações e serviços através de sistemas de controle e supervisão pelo computador, de tal forma que pode ser considerado **automatizado**. Como exemplo de instalações gerenciadas, pode ser citado o sistema de ar-condicionado, o qual emprega conceitos atuais de climatização de ambientes e modernos equipamentos em suas instalações; como exemplo de serviços também gerenciados, destaca-se o controle de acesso de pessoas ao interior do edifício. Todos os aspectos gerenciados por computador, destacados na fig. 1.1, serão analisados, levando-se em conta as interrelações com os aspectos técnico-construtivos e ocupacionais e detalhados individualmente. Nessa oportunidade, essas e outras características do edifício serão melhor identificadas, de acordo com a especificidade do assunto em questão. As figuras e foto seguintes representam detalhes do edifício “A”.(Figs. 5.3 e 5.4, foto 5.9).

Fig. 5.3 - Planta do pavimento térreo do edifício "A".

Fig. 5.4 - Planta do pavimento tipo do edifício "A".

Foto 5.9 - Vista do edifício "A".

5.2.2 - EDIFÍCIO “B”.

O segundo edifício objeto desta pesquisa é constituído por um conjunto de edificações ocupado atualmente por uma única empresa comercial desde meados de 1993. Localiza-se em São Paulo, no bairro Brooklin Novo, entre as Av. Nações Unidas (marginal do Pinheiros) e Av. Engº Luis Carlos Berrini.

Trata-se de um empreendimento realizado com recursos principalmente de fundos de pensão. Desde o término de sua construção até meados de 1993, o conjunto foi ocupado, em regime de aluguel, por várias empresas, em condomínio. Após essa data, como já foi dito, apenas uma empresa comercial está instalada no local.

Seu projeto arquitetônico foi desenvolvido na empresa Croce, Aflalo & Gasperini, sob a supervisão do Arquiteto Gian Carlo Gasperini, a qual contou com a contribuição de empresas especializadas em fundações, cálculos estruturais, instalações elétricas, hidráulicas e ar-condicionado, além de tráfego de elevadores. Este edifício é um dos objetos, cujo projeto é apresentado na tese de livre docência do referido arquiteto, com enfoque e justificativas técnicas para a sua concepção. Neste caso específico, o arquiteto declara que houve um programa que deveria atender aos objetivos ocupacionais e funcionais da empresa, inclusive futuras ampliações.

Como já foi dito, a empresa para a qual foi projetado e construído o edifício, não é a atual ocupante. Sendo assim, tornaram-se necessárias várias modificações no edifício para adequação do mesmo às novas necessidades.

Vale a pena ressaltar ainda que o projeto arquitetônico do seu principal vizinho (o *World Trade Center*), no terreno ao lado, tem a mesma procedência e sua construção é recente. Os dois complexos possuem tipologias semelhantes caracterizadas por “grelhas verticais”, proporcionando aspectos de homogeneidade ao cenário local.

Com referência ao edifício “B”, o conjunto de prédios é formado por três (3) elementos, sendo: uma (1) torre de escritórios; um (1) anexo, denominado Anexo I, incorporado à torre e um (1) anexo, denominado Anexo II, ligado fisicamente ao conjunto por uma passarela metálica coberta. Possui estacionamentos externos localizados nos pátios contíguos aos edifícios e também 2 guaritas nos principais acessos (na Av. Nações Unidas e na Av. Luiz Carlos Berrini).

Faremos a caracterização da torre de escritórios e do Anexo I por estarmos procedendo a Avaliação Pós-Ocupação apenas nesses dois módulos; isto se deve ao fato de que o Anexo II não apresenta número significativo de usuários fixos, por se tratar, em sua maioria, de estacionamentos.

A torre de escritórios é constituída por um (1) subsolo de garagem e serviços (por exemplo: banco, correio, oficinas, etc.); térreo, caracterizado por ampla praça central, recepção e alguns serviços de apoio (por exemplo: agência de viagens); dezoito (18) andares tipo, onde se encontram basicamente os escritórios, diretorias e presidência da empresa; dois (2) andares superiores destinados às áreas técnicas de apoio ao edifício. A mesma conta, ainda, com um heliponto na sua cobertura.

O Anexo I possui três (3) pavimentos onde se localizam as unidades de serviço de apoio aos funcionários e visitantes, (como por exemplo, restaurante e serviço médico), processamento de dados, salas de reuniões, auditório e outros.

Conforme informações obtidas em *folder* da empresa ocupante do edifício, o conjunto total de edificações possui área construída de 56.500 m² e desses, 40.000 m² são referentes ao conjunto da torre de escritórios e Anexo I.

A partir de plantas fornecidas pela empresa ocupante, estimamos que os andares tipo da torre de escritórios apresentam, cada um, área aproximada de 1.350 m² de lajes livres (*landscape office*), sendo 72 % dessa área ocupada pelas estações de trabalho; 9 % pela circulação e 19 % pelos serviços, que se encontram centralizados no pavimento (elevadores, escadas de emergência com antecâmara protegidas por portas corta-fogo, sanitários, copa e outros).

Destacamos como característica marcante, a flexibilidade de *lay out* promovida pela planta livre nos andares tipo; apesar de não se utilizarem dos recursos oferecidos pelo piso elevado, há a incorporação de canaletas em suas lajes, onde estão instalados cabamentos próprios para eletricidade, telefonia e dados. Desta forma, quando ocorrem mudanças físicas nas estações de trabalho, não se tem prejuízo de tomadas referentes aos itens citados.

A envolvente do edifício é caracterizada pela grelha vertical em concreto armado, revestida por placas de granito polido na cor rosa; nos vãos intersticiais das grelhas, estão inseridas esquadrias metálicas vedadas por placas de vidros laminados verdes refletivos.

Consideramos também importante, sob o ponto de vista técnico-construtivo, no que se refere às instalações, a presença de *shafts*, aparentemente bem dimensionados, os quais, dentre as várias peculiaridades, promovem facilidade na manutenção das instalações.

Esse edifício conta também com um moderno conjunto de oito (8) elevadores, cujo funcionamento e fluxo são supervisionados pelo computador. Quatro deles atendem à chamada “parte baixa” da torre, que compreende a extensão do subsolo ao 11º andar; os outros quatro atendem à “parte alta” do edifício formada pelos andares complementares. Possui também um elevador panorâmico, situado na praça central do conjunto torre/anexo I, que serve do térreo ao terceiro andar.

Com relação ainda às instalações, o edifício apresenta modernos sistemas de climatização interna, de segurança, abastecimento de água, esgoto e drenagem, geração de energia elétrica emergencial e outros, sendo que alguns deles operam de forma integrada através do sistema de automação implantado.

Desta forma, pode-se dizer que o edifício apresenta algumas características que o identificam como **automatizado**; entretanto, destacamos que seu sistema de automação se encontra em fase de ampliação e adequação às novas necessidades da empresa.

Os aspectos citados, assim como vários outros também significativos, tanto do ponto de vista técnico-construtivo quanto de suas instalações, serão melhor detalhados nos capítulos referentes à avaliação técnica dos vários setores em análise.

As ilustrações a seguir referem-se ao edifício “B” (figs. 5.5 e 5.6, foto 5.10).

Fig. 5.5 - Pavimento térreo do edifício "B".

Fig. 5.6 - Pavimento tipo do edifício "B".

Foto 5.10 - Vista do edifício "B".

CAPÍTULO 6

APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS DA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO: Aferição do Nível de Satisfação dos Usuários.

À medida em que o modo de vida e de trabalho das pessoas se modificam continuamente, suas necessidades também se modificam, no sentido de se somarem novas exigências às aquelas básicas necessárias ao seu bem estar. Isto requer, portanto, atualizações constantes nas definições de itens de desempenho de edifícios, possíveis através de pesquisas desenvolvidas nas áreas comportamentais e de edificações, paralelamente às evoluções de tecnologias e de conceitos preservacionistas do meio ambiente.

Lembrando que este trabalho é análise de desempenho de edifícios, destacamos que as atividades dos usuários num determinado ambiente e suas necessidades com relação a esse mesmo ambiente servem para estabelecer critérios de desempenho, os quais podem ser identificados em diagnósticos gerados pelo processo de aferição do seu nível de satisfação com relação ao seu ambiente de trabalho.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, baseamo-nos em critérios de desempenho já estabelecidos e, na medida do possível, procuramos fornecer **indicadores qualitativos e quantitativos**, que possam, não só ratificar os itens padronizados como também ampliá-los, de acordo com a atualidade. Esses indicadores foram definidos através de levantamentos realizados em campo, com a aplicação de

questionários, entrevistas formais e informais e avaliações técnicas baseadas em medidas físicas de índices de conforto, cujos procedimentos e resultados são apresentados em seguida.

Os critérios de desempenho nos quais nos fundamentamos são aqui destacados, inclusive com alguns comentários de diversos autores pesquisados.

6.1 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.

6.1.1 - Definição e Notas Gerais Sobre Desempenho.

Há 4.000 anos que já se tem notícia sobre a idéia de regulamentação da construção baseada em critérios. A exemplo disto, vários autores se referem ao Código de Hamurabi que sugere, em linhas gerais, que o construtor deva ser punido se sua obra não for resistente e cair, matando seu proprietário.

Este conceito, que atribui ao projetista a responsabilidade relativa à estabilidade das edificações, representa o início de uma série de requisitos de desempenho que se somaram ao longo do tempo.

De 1973 a 1979, o Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC) em conjunto com o Bureau de Contrôle pour la Sécurité de la Construction (SECO), desenvolveram um guia de desempenho da construção, que representa o esforço conjunto de grupos de trabalho compostos por profissionais da área.

Esse guia define o desempenho como “a propriedade que caracteriza quantitativamente o comportamento de um produto em utilização” (D’Havé, 1979, p.6). Esta mesma fonte sugere ainda que, a construção deve satisfazer às necessidades de seus usuários e que o arquiteto deve identificá-las para adotar as melhores soluções em seu projeto, levando em consideração as interfaces dos agentes

climáticos, tipo de ocupação e uso com a edificação, levando-se em conta, inclusive, os aspectos econômicos sob os vários pontos de vista. Apresenta uma lista de catorze (14) itens de requisitos de desempenho, considerada até a atualidade, como fundamental. Essa lista se refere aos itens de **A** a **N** do quadro 6.1 deste capítulo.

Entretanto, na opinião de outros autores pesquisados, como Gross (1996), o conceito de desempenho é objeto de discussão em todo campo profissional e, excluindo-se alguns poucos ramos de atividades, tem sido motivo de muita discussão filosófica, mas com pouca aplicação prática, apesar da sua aplicação a edifícios não ser novidade.

Ao longo do tempo, o conceito de desempenho evoluiu baseado em esforços conjuntos de pesquisa no campo da metodologia e desenvolvimento de ferramentas para sua aplicação nas edificações. Seu significado, no entanto, é diferente para diferentes pessoas, diferentes locais e culturas; para uns, significa aspirações qualitativas para edifícios, sem uma metodologia sistemática para análise e verificação; para outros, é um conceito que requer análise quantitativa e rigorosa avaliação, que, segundo Gross, sua aplicação é desencorajadora, tendo em vista a deficiência de ferramentas disponíveis.

Embora os significados sejam distintos, conforme descrição acima, entendemos que as interpretações se complementam, uma vez que um conceito de desempenho total envolve as duas versões e, de modo geral, se baseia nos aspectos relacionados abaixo podendo ser válidos para qualquer tipo de edificação:

- requisitos dos usuários (ponto de vista qualitativo);
- requisitos de desempenho (ponto de vista quantitativo);
- métodos de avaliação (análises, cálculos, documentação, testes,...);
- controle de qualidade (procedimentos de controle);
- Avaliação Pós-Ocupação (realimentação de projetos).

6.1.2 - Critérios de Desempenho para Edifícios de Escritórios.

Pela especificidade desta pesquisa, edifícios de escritórios, se faz necessária uma complementação aos conceitos definidos até o momento. Vários trabalhos de avaliação de desempenho de edifícios dessa natureza têm contribuído para ampliação e adequação dos mesmos. Neste sentido, destacamos a opinião de Hartkopf *et al.* (1993), a qual sugere que, para se criar ambientes com alta qualidade, necessária à produtividade do trabalhador e promover satisfação aos usuários, é necessário definir uma lista de qualidades de desempenho para ambientes de escritórios, para sua avaliação, programação, projeto e construção, manutenção e uso.

Inicialmente, o National Bureau of Standards (GSA *Peach Book*, 1975, in: Hartkopf, 1993), Centre Internationale de Batiment (CIB 1982, id.) e International Standards Organization (ISO 1980 / 1981, id.), elaboraram uma lista (Quadro 6.1) de requisitos de desempenho, seguindo os seguintes critérios de qualidade, baseados nas sensações humanas fundamentais:

- qualidade espacial;
- qualidade térmica;
- qualidade do ar;
- qualidade acústica;
- qualidade visual;
- integridade do edifício.

As cinco primeiras se referem aos requisitos ocupacionais (humanos, animais, vegetais, máquinas) e suas necessidades básicas de saúde, segurança e bem estar. A última se refere à integridade do edifício segundo sua aparência e propriedades críticas de degradação pela umidade, mudanças de temperatura, movimento do ar, radiação, ataques químicos e biológicos, depredação humana e desastres naturais (fogo, inundação, terremotos).

Quadro 6.1 - Requisitos de desempenho definidos pela International Standards Organization -ISO 1980

Fonte: Hartkopf, 1993, p. 23 - tradução da autora desta dissertação.

Quadro 6.2 - Critérios de Desempenho Total de Edifícios

Fonte: Hartkopf, Loftness and Mill, 1993, p.24 - Tradução da autora da dissertação.

DESEMPENHO TOTAL DO EDIFÍCIO.	
I - QUALIDADE ESPACIAL A. <i>Lay out</i> da estação de trabalho B. <i>Lay out</i> do grupo de trabalho C. Utilidades e serviços D. Lazer E. Fatores de ocupação e controle.	B. Fonte sonora - barulho de fundo C. Direção do som - isolamento sonoro D. Direção do som - distribuição sonora: absorção, reflexão, uniformidade, reverberação. E. Fatores de ocupação e controle.
II - QUALIDADE TÉRMICA. A. Temperatura do ar B. Temperatura radiante média e extrema C. Umidade D. Velocidade do ar E. Fatores de ocupação e controle.	V - QUALIDADE VISUAL. A. Níveis de iluminação no ambiente - artificial e natural B. Níveis de iluminação de tarefa - artificial e natural C. Proporção de brilho e contraste D. Representação de cores E. Fatores de ocupação e controle.
III - QUALIDADE DO AR. A. Ar fresco B. Distribuição de ar fresco C. Restrição de agentes poluentes - gases, vapores, microorganismos, fumos, etc. D. Restrição de poluição energética - ionização, radiação, microondas, ondas de rádio, etc. E. Fatores de ocupação e controle.	VI - INTEGRIDADE DO EDIFÍCIO. A. Qualidade das propriedades mecânicas e estruturais - compressão, tensão, corte e mau uso B. Qualidade das propriedades físicas e químicas - estanqueidade, vedação ao ar, transmissão, reflexão, absorção de calor, luz energia sonora, proteção ao fogo C. Propriedades visíveis- cor, textura, acabamento, forma, durabilidade, manutenção baseada no conhecimento de cargas, condições de umidade, mudanças de temperatura, movimento do ar, condições de radiação, ataques biológicos, desastres naturais e vandalismos.
IV - QUALIDADE ACÚSTICA. A. Fonte sonora - níveis de pressão sonora e frequência	

Segundo vários autores, códigos e padrões aceitos para definir a qualidade do ambiente de trabalho como os listadas acima, são tradicionalmente aceitos, embora sejam severamente criticados por focar primariamente os aspectos de saúde e segurança; por considerar os padrões estabelecidos, medidos e avaliados para uma qualidade de desempenho individualmente, enquanto os ocupantes sentem todas as qualidades ambientais simultaneamente e por não refletir as condições do edifício, quando suas qualidades espacial, térmica, visual, acústica e integridade estão deterioradas.

Seguindo os conceitos de desempenho apresentados, Del Carlo (1994) complementa que os edifícios onde a operação empresarial é centralizada, devem atender aos

requisitos já relacionados até o momento, os quais, de uma forma mais clara e específica são:

- **flexibilidade**, sendo possível sua fácil readaptação às novas exigências do mercado e às novas tecnologias disponíveis;
- **segurança** quanto ao acesso às informações, contra incêndios, acidentes, roubos e sequestros;
- **condições ambientais controladas**: iluminação, temperatura e umidade, ruídos internos e externos, qualidade do ar e autonomia energética;
- **informação**: informatização através de redes locais integradas, rede telefônica de alta velocidade, sistema internacional de informação;
- **aproveitamento** de águas pluviais, energia solar e calor gerado por equipamentos;
- **reciclagem** de papel, lixo orgânico, metais e equipamentos;
- **diminuir custos de**: energia elétrica, água, ar-condicionado, telefone, operação em geral, manutenção, etc.

Esse autor destaca, ainda, que o cenário em que se deve projetar o edifício de escritórios (automatizados) hoje, é complexo e que para atingir a todos os pré-requisitos listados, é necessário atender a um grau superior de exigências, cujo objetivo só pode ser alcançado através de dois pontos básicos:

“a - projeto do edifício que permita atingir todos os itens listados;

b - programas de operações abertos, onde as decisões são tomadas por sistemas de computação com *software* capaz de atuar em tempo real e com objetivos bem precisos visando melhorar a produtividade e diminuir custos.” (Del Carlo, s.d., p. 21).

Procurando observar os critérios de desempenho relacionados e seguindo as propostas da metodologia adotada, realizamos, no primeiro momento, a aferição do nível de satisfação dos usuários nos dois edifícios objetos de estudo e, em uma segunda fase, a avaliação técnica, adotando o mesmo procedimento nos dois casos, embora em épocas diferentes.

As etapas de trabalho da primeira fase, a relativa aos usuários, se desenvolveram na sequência a seguir.

6.2 - LEVANTAMENTO DE DADOS, APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS.

6.2.1 - Visitas aos edifícios e entrevistas com pessoas chave.

Foram realizadas visitas exploratórias aos edifícios, com o objetivo de obter o máximo de informações possíveis, tanto técnico-construtivas como de funcionamento e uso. As visitas se deram em épocas diferentes em cada um deles, sendo no Edifício “A”, no segundo semestre de 1994 e no Edifício “B”, no primeiro semestre de 1995; foram realizadas três (3) visitas exploratórias em cada edifício, em média. Os prédios foram percorridos em toda sua extensão, respeitando-se as restrições de acesso específicas de cada empresa ocupante; durante o período dessas visitas, houve o acompanhamento de pessoal técnico de manutenção e/ou segurança. Desta forma, além da familiarização com os edifícios, obtivemos também informações técnicas a respeito do funcionamento dos mesmos, bem como de alguns costumes de usuários.

Houve também entrevistas com pessoal administrativo, dada a importância de se conhecer o organograma da empresa, sua filosofia de trabalho e outros aspectos considerados necessários ao bom entendimento das condições de ocupação e funcionamento do edifício. Além disso, essas informações representaram uma referência básica para dar sequência às etapas subsequentes, como por exemplo, elaboração de questionários.

Com as informações obtidas das visitas e entrevistas, aliadas às observações preliminares, foi possível um reconhecimento geral de cada um dos edifícios. Dada a individualidade de cada elemento, caracterizada pela edificação em si, seu modo de

ocupação e finalidade de uso, cada caso teve uma abordagem adequada às circunstâncias apresentadas.

Tanto o edifício “A” quanto o edifício “B” alojam basicamente escritórios, como já dissemos anteriormente; entretanto, as empresas ocupantes (uma única em cada prédio), embora comerciais, atuam em setores bem diferenciados, o que lhes atribui características peculiares quanto ao seu funcionamento, densidade e modo de ocupação dos ambientes. Apesar disto, ambas as empresas agrupam os funcionários em estações de trabalhos, multiusuárias ou individuais, tendo em vista a afinidade das atividades que desenvolvem.

Foram visitadas todas as dependências, inclusive as de apoio técnico aos edifícios, ou seja, casas de máquinas de elevadores, centrais de água gelada e banco de gelo, torres de resfriamento de água de refrigeração, *fan coils*, *shafts* hidráulicos e elétricos, salas de *no breaks* e outros, para um entendimento preliminar dos princípios de operação dos edifícios, bem como as características e número de pessoal envolvido na operação e manutenção. Como os dois edifícios apresentam graus de automação diferentes, essas observações, relativas ao pessoal envolvido, são de grande importância para a análise técnica de desempenho.

Nesta oportunidade, definimos também os aspectos relevantes para documentação fotográfica, documentação esta, realizada em etapa subsequente.

6.2.2 - Levantamento documental dos edifícios.

Por ocasião das visitas citadas acima, definiu-se também quais os documentos seriam necessários e importantes para a análise em questão. Foi feita a solicitação, junto aos responsáveis, de material para consulta preliminar, qual seja:

- Plantas baixas, cortes, fachadas e implantação;
- Memoriais descritivos;
- Especificações técnicas de materiais;
- Projetos de *lay out*;
- Projetos *as built*;
- Folhetos técnicos sobre os edifícios;

Com relação aos memoriais descritivos, não nos foram fornecidos, dado que as empresas não os possuem em seus acervos e quanto às especificações técnicas dos materiais, à medida que dados específicos foram sendo necessários, solicitamos informações junto aos arquitetos, outros projetistas, fabricantes e fornecedores. Enfim, como fonte de consulta para esta fase da pesquisa, o material solicitado foi considerado suficiente e o acesso ao mesmo foi proporcionado com rapidez e presteza por parte das empresas e demais envolvidos.

O material acima referido serviu como base para uma visualização geral dos edifícios, tanto no que se refere às suas dimensões, localização, orientação, forma de distribuição dos usuários e outros, como também seus acabamentos internos e externos, além de modificações realizadas em função de adaptações requeridas pelos atuais ocupantes.

6.2.3 - Registros fotográficos.

As fotografias constituem um material que muito auxilia no processo de aferição do nível de satisfação do usuário na medida em que, não só representam peculiaridades do edifício como objeto, como também revela o ambiente de trabalho do usuário. Através delas se pode identificar detalhes, como por exemplo: tipos de divisórias, seu material de acabamento, textura e cor; tipos de *lay out*; disposição das estações de trabalho; tipos de equipamentos utilizados nos escritórios; acabamentos de piso, paredes e forro, entre outros, sem deslocamentos repetitivos ao local em análise.

Para a pesquisa de mestrado, essas fotografias também têm significativa importância para a fase de avaliação técnica, particularmente no que se refere ao iluminamento dos ambientes, quando, através dessas fotografias, é possível se identificar as obstruções externas.

O elenco de aspectos fotografados é relativamente extenso, dada a amplitude das duas pesquisas. Destacamos alguns deles e, inclusive, exemplificamos com as fotos de 6.1 a 6.24 a seguir.

Foto 6.1 - Sala do supervisor do sistema predial - 3º pav. - Edif. "A".

Foto 6.2 - Ambientes de escritórios no terceiro pavimento - Edif. "A".

Foto 6.3 - Sala de refeições da diretoria - 5º pav. - Edif. "A".

Foto 6.4 - Sala de diretoria - 5º pavimento - Edifício "A"

Foto 6.5 - Ambiente de escritórios - 3º pavimento - Edifício "A"

Foto 6.6 - Sala de reuniões - 5º pavimento - Edifício "A"

Foto 6.7 - Transporte de materiais e documentos - Edifício "A"

Foto 6.8 - Estacionamento externo (visitantes) - Edifício "A"

Foto 6.9 - Estacionamento no subsolo - Edifício "A"

Foto 6.10 - Escritório/ 3º pav. Edifício "A" Foto 6.11 - Est./Trabalho - Edifício "A"

Foto 6.12 - Cobertura - Edifício "A" Foto 6.13 - Entrada lateral - edifício "A"

Foto 6.14 - Ambiente de escritório - 11º pavimento - Edifício "B"

Foto 6.15 - Escritório de diretoria - 18º pavimento - Edifício "B"

Foto 6.16 - Heliponto - Edifício "B"

Foto 6.17 - Cobertura (manutenção) - Edifício "B"

Foto 6.18 - Estacionamento do subsolo - Edifício "B"

Foto 6.19 - Estacionamento externo (visitantes) - Edifício "B"

Foto 6.20 - Sala de engenharia - 10º pavimento - Edifício "B"

Foto 6.21 - Sala de supervisão - subsolo - Edifício "B"

Foto 6.22 - Transporte de documentos
Edifício "B"

Foto 6.23 - Copa
Edifício "B"

Foto 6.24 - Sala do pessoal de manutenção - 19º pavimento - Edifício "B"

O arquivo fotográfico do Edifício “A” possui cerca de sessenta (60) fotos e do Edifício “B”, cerca de cento e trinta (130), todas devidamente identificadas. Procuramos ilustrar amplamente os cenários internos e externos desses dois objetos, com o objetivo de colher o maior número de informações possíveis visando a avaliação. Além disso, essas fotografias deverão fazer parte do banco de dados a ser gerado pela pesquisa mais ampla do NUTAU-FAU/USP, já referida no capítulo 1 desta dissertação.

6.2.4 - Observações físicas.

Esta etapa teve como objetivo principal auxiliar na elaboração de diagnósticos, tanto com relação ao nível de satisfação dos usuários quanto à avaliação técnica. Foi desenvolvida paralelamente às fases de visitas exploratórias e registros fotográficos. Mais especificamente, durante as visitas e entrevistas, especialmente com pessoal de operação e manutenção, foi possível destacar aspectos interessantes e importantes para a compreensão de algumas sensações e opiniões dos usuários, como por exemplo, aqueles relacionados com o conforto, principalmente o térmico. Observamos que existe uma sensível diferença de temperatura entre os diversos ambientes de escritórios, num mesmo pavimento (e isto se aplica aos dois edifícios) e o fato é percebido pelas pessoas; neste caso, em particular, constitui motivo de reclamação por parte das mesmas. Um outro aspecto observado é a incidência de algumas trincas nas paredes (isto apenas em um edifício); apesar do fato não ser preocupante com relação à segurança da edificação, reflete um “problema” que o edifício apresenta, na concepção do usuário.

Os aspectos observados nesta etapa serão destacados no item referente aos diagnósticos, ainda neste capítulo. Os mesmos serão melhor compreendidos se associados aos resultados de questionários aplicados e que fazem parte de uma etapa deste trabalho, ainda a ser abordada.

6.2.5 - Levantamento cadastral.

Esta etapa se caracteriza pela coleta de dados em campo. Esses dados, originados basicamente por questionários e mapas comportamentais, quando aliados a fotos e vistorias aos edifícios, são importantes para a elaboração de diagnóstico. Os dados coletados, de uma maneira geral, poderão ser utilizados por toda a equipe interdisciplinar, já que se procurou abranger, nos questionários, todos os aspectos em análise; entretanto, alguns membros da equipe utilizarão aqueles específicos da sua área de atuação.

O **questionário** constituiu o principal instrumento para coleta de dados para a aferição do nível de satisfação dos usuários. Por esse motivo, enfocamos, neste tópico, o procedimento relativo à elaboração, ajustes e aplicação dos mesmos, bem como a apresentação do seu conteúdo, destacando apenas os itens específicos da área de interesse desta pesquisa..

Em ambos os casos, a participação da mestranda se deu, inicialmente, ao nível de apresentação do edifício aos alunos, tanto verbalmente, utilizando plantas e material fotográfico, quanto no local, após reconhecimento prévio dos mesmos e análise do material recolhido.

A coleta de dados referentes ao tipo de ocupação, número e distribuição dos usuários nos edifícios foi realizada também pelas equipes, com a participação da mestranda¹.

À época do levantamento de dados junto ao Edifício “A”, primeiro semestre de 1995, constatou-se que a ocupação do mesmo se caracterizava por: quarenta (40) pessoas trabalhando no subsolo; sessenta (60) no pavimento térreo; cento e cinco (105) em

¹ Para a realização desta etapa, tanto no Edifício “A” quanto no Edifício “B”, houve a participação de alunos de graduação e pós-graduação da FAUUSP, cursando respectivamente a disciplina AUT 537 - Avaliação Pós-Ocupação como Metodologia de Projeto, sob a responsabilidade dos professores Dr^a Sheila Walbe Ornstein e Dr^a Gilda Collet Bruna e disciplina AUT 805 - Avaliação Pós-Ocupação, sob a responsabilidade da professora Dr^a Sheila Walbe Ornstein.

cada pavimento tipo, do 1º ao 4º e cerca de dezesseis (16) no 5º pavimento, perfazendo um total de quinhentos e trinta e seis (**536**) usuários permanentes no edifício. Esses dados permitiram a determinação da amostra de noventa e nove (**99**) usuários, representando **18,5%** do total, sobre a qual, posteriormente, foram aplicados os questionários. Este percentual está de acordo com a metodologia aplicada, visto que a mesma sugere amostra não inferior a **10%**.

Com relação ao Edifício “B”, o mesmo procedimento, realizado no segundo semestre de 1995, contou com a efetiva participação da equipe formada pelos alunos de pós-graduação referidos anteriormente. Neste caso, houve um levantamento mais detalhado, dada à heterogeneidade na distribuição dos funcionários nos andares e maior contingente de pessoas permanentes no edifício. A ocupação do mesmo foi definida à época como na tabela abaixo (Tab 6.1):

Tab. 6.1 - Distribuição de pessoas por pavimento no edifício “B”.

NÚMERO DE PESSOAS POR PAVIMENTO			
	FUNCIONÁRIOS		
PAVIMENTO	MASCULINO	FEMININO	TOTAL
19º	13	-	13
18º	12	12	24
17º	23	12	35
16º	30	11	41
15º	30	9	39
14º	18	11	29
13º	9	32	41
12º	25	22	47
11º	34	24	58
10º	55	5	60
9º	47	10	57
8º	31	12	43
7º	50	15	65
6º	44	10	54
5º	40	11	51
4º	35	24	59
3º	14	15	29
2º	2	11	13
1º	6	-	6
Subsolo (Torre)	126	32	158
ANEXO I			
2º	4	6	10
1º	13	18	31
Térreo	14	9	23
TOTAL	675	311	986

Para este caso, foi definida a amostra de cento e dezesseis (**116**) usuários, constituindo **11,76%** do total, distribuída pelos andares proporcionalmente ao número de usuários por andar e por sexo (42 mulheres e 74 homens).

Na elaboração do questionário, foram levados em conta, não só aspectos da análise de desempenho do edifício, como também outros a serem abordados pela pesquisa mais ampla, como por exemplo, o impacto ambiental deste na vizinhança, além dos aspectos relativos à aferição do nível de satisfação do usuário. Na oportunidade, houve efetiva participação da mestrandia nesse processo visto que algumas questões são específicas da pesquisa de mestrado.

Ainda com relação aos questionários, destacamos que foram elaboradas versões preliminares dos mesmos, as quais, após terem sido submetidas à apreciação dos diretores das duas empresas, cada qual à sua época, foram aplicadas como pré-teste em seis (6) usuários no Edifício “A” e dez (10) no Edifício “B”, sendo os mesmos escolhidos aleatoriamente. Como resultado da aplicação do pré-teste, houve necessidade de ajustes, como por exemplo, mudança de vocabulário em algumas questões, visto que, sendo o usuário leigo, a compreensão do significado de algumas perguntas se tornou difícil; determinou-se que quinze (15) minutos eram suficientes para a aplicação de cada questionário e que os mesmos deveriam ser aplicados diretamente pelo entrevistador para que ficasse garantida a integridade das respostas.

O conteúdo dos questionários aplicados nos dois casos foi mantido o mesmo; entretanto, foram necessárias algumas adaptações, dadas as diferenças entre os dois edifícios. A seguir, destacamos os itens de interesse da pesquisa de mestrado.

Nota: As informações constantes do formulário seguinte fazem parte de questionário mais amplo aplicado na pesquisa “Avaliação Pós-Ocupação de Ambientes Urbanos Significativos: Estudos de Caso Edifícios destinados à Educação Básica e à Prestação de Serviços e Escritórios”, sob a responsabilidade da Prof^a Dr^a Sheila Walbe Ornstein, a qual conta com o apoio da FAPESP.

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM
EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS (1995)

QUESTIONÁRIO PARA USUÁRIOS

Ficha N°	Andar	Data
Hora: Início		Término
Céu: ☐ Claro ☐ nublado ☐ escuro		
Entrevistador:		

- Estamos verificando o desempenho e o nível de satisfação em relação ao seu local de trabalho.
- Suas respostas serão muito importantes para fazermos sugestões para futuros projetos de escritórios.
- Você não precisa se identificar.

localização aproximada do entrevistado:

I CARACTERÍSTICAS DO ENTREVISTADO

1.1. Sexo: ☐ feminino ☐ masculino

1.2. Tipo de vestimenta:

☐ Inverno ☐ Meia Estação ☐ Verão

1.3. Idade (anos)

☐ até 20 ☐ 20-30 ☐ 31-40 ☐ 41-50 ☐ + 50

1.4. Tempo de trabalho neste edifício (anos): ☐ +1 ☐ +2
☐ +3

1.5. Atividade física que você exerce no trabalho: ☐ Leve ☐ Média ☐ Pesada

II - O EDIFÍCIO

2.1. Você já observou algum problema no edifício?

☐ não ☐ sim ☐ Quais?

2.2. Como você considera a manutenção (do edifício, das instalações, do mobiliário)?

☐ péssima ☐ precária ☐ boa ☐ ótima ☐ n.s.a.

2.3. No seu conceito, você considera o edifício automatizado?

☐ sim ☐ não ☐ não sei

porquê? _____

2.4. Como você considera o desempenho do sistema de automação do edifício?

⌚ péssimo ⌚ precário ⌚ bom ⌚ ótimo ⌚ n.s.a.

2.5. Conhece as rotas de saída disponíveis até o térreo em caso de emergência? ⌚

não ⌚ sim

2.6. Na sua opinião existe no edifício alguma área de risco de ocorrência de incêndio?

⌚ não ⌚ sim

2.7. Em caso afirmativo. Qual?

2.8. Porque é nesta área que existe maior probabilidade de incêndio?

2.9. Você sabe como proceder numa situação de alarme de incêndio?

2.10. Existe treinamento/conscientização sobre:

2.10.1. Segurança contra roubo no interior do edifício? ⌚ não ⌚ sim

2.10.2. Conservação de energia? ⌚ não ⌚ sim

2.10.3. Segurança contra incêndio? ⌚ não ⌚ sim

III - PAVIMENTO

3. Conforto Ambiental

Como você se sente quanto à:

3.1. nível de iluminação de sua mesa: ⌚ péssimo ⌚ precário ⌚ bom ⌚
ótimo

⌚ n.s.a.

3.1.1. Em caso de precário ou péssimo, porquê? ⌚ claro ⌚ escuro

3.2. Como você está sentindo a temperatura da sala neste momento?

⌚ péssimo ⌚ precário ⌚ bom ⌚ ótimo ⌚ n.s.a.

3.2.1. Em caso de ruim ou péssima, porquê? ⌚ quente ⌚ frio

3.3. Você sente diferença de temperatura quando circula por diferentes áreas do pavimento?

⌚ não ⌚ sim

3.4. Como você se sente quanto à localização e características das escadas e elevadores?

3.5. Você costuma observar o exterior pela Janela?

⌚ não

⌚ sim

⌚ Como?

IV - OBSERVAÇÕES E COMENTÁRIOS DO ENTREVISTADO:

Como se pode observar no modelo apresentado, os questionários foram organizados em questões abertas, semi-abertas e fechadas, sendo que as duas primeiras, possibilitaram classificação das respostas qualitativamente; as fechadas, com respostas representadas por valores tais como: *insatisfeito (1)*, *pouco satisfeito (2)*, *satisfeito (3)*, *muito satisfeito (4)* ou *péssimo (1)*, *precário(2)*, *bom (3)* e *ótimo (4)*, permitiram classificação quantitativa; ainda neste caso, houve a possibilidade da resposta *n.s.a (não se aplica)*.

Foram incluídos nos questionários plantas reduzidas dos pavimentos-tipo para localização dos respondentes, além de marcação, em um quadro próprio, das condições do céu e horário na ocasião da aplicação do questionário. Esses dados são de fundamental importância para a análise do conforto ambiental sob o ponto de vista térmico e luminoso.

A aplicação dos questionários foi distribuída ao longo de cinco (5) dias úteis, em períodos diferentes (manhã e tarde) e, além disso, como pré-condição, os respondentes não poderiam ter sido entrevistados anteriormente, na ocasião dos pré-testes; deveriam trabalhar regularmente nos edifícios durante toda a semana e estar trabalhando no edifício há pelo menos um (01) ano. A distribuição dos respondentes se deu o mais homogeneamente possível, tanto no que se refere à sua localização no andar quanto ao sexo, para que se evitassem distorções nas respostas.

Ao final da coleta de dados, procedemos à tabulação dos mesmos, utilizando-se *software Excel da Microsoft*, aplicativo do *Windows*. Em cada caso, foram realizados pelos alunos, diagnósticos e propostas de modificações específicas para cada edifício. Entretanto, para esta pesquisa, foram utilizados apenas os dados destacados no modelo apresentado anteriormente e, tomando-o como base, foram tabulados os dados de interesse para a mesma e elaborados diagnósticos específicos apresentados nos itens seguintes (6.3 e 6.4).

Os dados tabulados, cujos valores se encontram na tabela 6.2 em anexo, geraram os gráficos das páginas seguintes.

6.3 - TABULAÇÃO DOS DADOS COLETADOS ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIOS

GRÁFICOS DA TABULAÇÃO DOS DADOS DO EDIFÍCIO "A"

Os gráficos seguintes, relativos aos dois edifícios, foram originados dos dados constantes da tabela 6.2 que se encontra no anexo. Os números das questões correspondem aos da tabela.

I - CARACTERÍSTICAS DO ENTREVISTADO

1.1. Sexo

1.2. Tipo de vestimenta

1.3. Idade

1.4. Tempo de trabalho neste edifício (anos):

1.5. Atividade física que você exerce no trabalho:

II - O EDIFÍCIO

2.1. Você já observou algum problema no edifício?

2.1.1. Se observou problemas no edifício, quais?

2.2. Como você considera a manutenção (do edifício, das instalações, do mobiliário)?

2.3. No seu conceito, você considera o edifício automatizado?

2.4. Como você considera o desempenho do sistema de automação do edifício?

2.5. Conhece as rotas de saída disponíveis até o térreo em caso de emergência?

2.7. Qual a área, em sua opinião, de maior possibilidade de ocorrer incêndio?

2.8. Por que é nesta área que existe maior probabilidade de incêndio?

2.9. Você sabe como proceder numa situação de alarme de incêndio?

2.9 Procedimento em situação de alarme de incêndio

2.10. Existe treinamento/ conscientização sobre:
2.10.1. Segurança contra roubo no interior do edifício?

2.10.1 Treinamento sobre segurança contra roubo

2.10.2. Conservação de energia?

2.10.2 Treinamento sobre conservação de energia

2.10.3. Segurança contra incêndio?

2.10.3 Treinamento sobre segurança contra incêndio

III. CONFORTO AMBIENTAL

Como você se sente quanto à:

3.1. Nível de iluminação de sua mesa:

3.1.1. Em caso de péssimo ou precário, por que?

3.2. Como você está sentindo a temperatura da sala neste momento?

3.2.1. Em caso de precário ou péssimo porquê?

3.4. Localização e características das escadas e elevadores.

3.5. Localização do local de trabalho em relação às aberturas para o exterior.

TABULAÇÃO DOS DADOS DO EDIFÍCIO "B".

I - CARACTERÍSTICAS DO ENTREVISTADO

1.1. Sexo

1.2. Tipo de vestimenta

1.3. Idade (anos)

1.4. Tempo de trabalho neste edifício (anos):

1.5. Atividade física que você exerce no trabalho:

II - O EDIFÍCIO

2.1. Você já observou algum problema no edifício?

2.1.1 Se observou problemas no edifício, quais?

2.2. Como você considera a manutenção (do edifício, das instalações, do mobiliário)?

2.3. No seu conceito, você considera o edifício automatizado?

2.5. Conhece as rotas de saída disponíveis até o térreo em caso de emergência?

2.6. Na sua opinião existe no edifício alguma área de risco de ocorrência de incêndio?

2.7 Qual a área, em sua opinião, de maior possibilidade de ocorrer incêndio?

2.8 Por que é nesta área que existe maior probabilidade de incêndio?

2.10. Existe treinamento/conscientização sobre:

2.10.1. Segurança contra roubo no interior do edifício?

2.10.2. Conservação de energia?

2.10.3. Segurança contra incêndio?

III. CONFORTO AMBIENTAL

Como você se sente quanto à:

3.1. Nível de iluminação de sua mesa:

3.1.1. Em caso de precário ou péssimo, por que?

3.2. Como você está sentindo a temperatura da sala neste momento?

3.2.1. Em caso de precário ou péssimo por que?

3.3. Você sente diferença de temperatura quando circula por diferentes áreas do pavimento?

3.4. Localização e características das escadas e dos elevadores:

3.5 Observação do exterior pela janela

3.5. Você costuma observar o exterior pela janela?

6.4 - DIAGNÓSTICOS PRELIMINARES.

A partir dos resultados da tabulação dos dados coletados através dos questionários, das observações físicas e entrevistas com pessoas chave realizadas pela pesquisadora, foram elaborados diagnósticos específicos para cada edifício, tendo em vista os aspectos abordados na dissertação, ou seja, aspectos relevantes para o processo de análise de desempenho dos setores automatizados ora existentes nos edifícios estudados.

Salientamos o fato de que os diagnósticos apresentados nesta etapa são embasados nas opiniões dos usuários e complementados com as observações físicas e, inclusive, não abrangem todos os aspectos abordados na pesquisa, dado que o usuário não possui informações a respeito de alguns dos referidos aspectos. Como exemplo, citamos a demanda e consumo de energia elétrica, controle de acesso e outros, que são analisados sob o ponto de vista técnico dentro do contexto da automação.

De acordo com o exposto acima, consideramos os diagnósticos que apresentamos a seguir como preliminares, visto que, mesmo servindo como informação norteadora para os pontos a serem avaliados tecnicamente, devem ser revistos e comparados com os resultados da referida avaliação.

Destacamos, ainda, que para a elaboração destes diagnósticos, foram considerados basicamente os resultados mais significativos referentes às perguntas dos questionários, embora, em alguns casos, sejam feitas referências a índices menores.

6.4.1 - DIAGNÓSTICO REFERENTE AO EDIFÍCIO “A”.

Conforme sugerido aos entrevistadores, houve equilíbrio no número de respondentes, tanto com relação ao sexo quanto à sua localização no andar.

Mais da metade dos usuários trabalham há mais de um ano no edifício (**61%**); isto demonstra que os mesmos possuem conhecimento suficiente sobre seu ambiente de trabalho, podendo, assim, dar informações mais precisas.

A faixa etária mais significativa está compreendida entre vinte (20) e quarenta (40) anos (**89%**), com nível de escolaridade superior (**79%**) e **71%** dos funcionários desenvolvem atividade física leve.

Estes dados denotam confiabilidade nas respostas à medida em que os respondentes são capazes de interpretar corretamente as perguntas, estão em faixa etária que normalmente não apresenta perdas sensoriais significativas e, além disso, não se identificaram ao ser entrevistados.

No que se refere à opinião dos usuários quanto ao edifício (Edifício “A”), mais da metade (**55%**) observa algum tipo de problema no mesmo e, entre os diversos apontados, os mais citados são relativos ao **conforto ambiental**. Foi citada também como problema, a grande densidade ocupacional nos andares e, segundo os entrevistados, o “*lay out* é apertado”. A falta de ventilação, ou seja, exaustão deficiente nos banheiros e cozinha também foram apontadas como problema.

Durante as visitas da pesquisadora ao prédio, foram observadas algumas trincas nas paredes da caixa de escadas. A princípio, acreditamos que este fato não fosse motivo de preocupação para leigos; entretanto, **9%** dos entrevistados apontaram este detalhe como problema.

A manutenção do edifício é feita por equipes de profissionais especializados e devidamente treinados em cada área específica, sob coordenação departamental.

Observamos que, principalmente para as instalações e serviços, como por exemplo ar-condicionado e elevadores, além de serem controlados e/ou gerenciados por computador, são contratadas empresas especializadas que dão manutenção permanente. Pelos resultados dos questionários, constatamos que os usuários estão satisfeitos com a manutenção, visto que **68%** a considera **boa** e **28%, ótima**.

Como já foi dito anteriormente, este edifício se caracteriza como automatizado segundo classificação apresentada. Esta característica é entendida pela maioria dos usuários (**84%**) e o desempenho do sistema de automação se apresenta **satisfatório**, dado que **64%** dos respondentes o classificaram como **bom**.

A segurança, tanto patrimonial quanto pessoal, representada pelo sistema de detecção, alarme e combate a incêndios, o controle de acessos ao edifício (veículos e pedestres), é também gerenciada pelo computador. Foi dada ênfase nos questionários à segurança contra incêndio e, neste caso, a opinião dos usuários a respeito deste assunto é a seguinte: a maioria (**83%**) sabe proceder numa situação de alarme de incêndio e conhece as rotas de saída do prédio em caso de emergência; entretanto, percebe-se que a possibilidade de que ocorra incêndio no prédio, aparentemente não representa motivo de preocupação para os mesmos, já que **39%** dos usuários responderam “**n.s.a.**” (não se aplica) à pergunta sobre qual a área de maior probabilidade de ocorrência de incêndio. Entende-se aqui que a parcela de 39% é significativa diante da diversidade de respostas, conforme gráfico apresentado na tabulação.

A maioria dos respondentes afirma não haver treinamento e/ou conscientização sobre conservação de energia. Entretanto, sobre a segurança contra incêndio, **75%** respondeu que há treinamento/conscientização. Cabe destacar aqui que, em uma das visitas ao edifício feita pela pesquisadora, em época posterior à aplicação dos questionários, tivemos a notícia do agendamento de simulação de incêndio no local, a ser realizada três dias após àquela data, com a finalidade de treinamento dos ocupantes.

Com relação ao **transporte vertical** interno no edifício, o elevador é a única opção. O conjunto de quatro (4) elevadores tem seu funcionamento monitorado pelo computador e apresenta características que promovem satisfação aos usuários (**73%**) enquanto serviço oferecido aos mesmos.

Como já mencionado neste diagnóstico, o **conforto ambiental** representa o principal problema para os usuários. A maioria das instalações diretamente ligadas às condições ambientais é gerenciada pelo sistema de automação. Por isso, o diagnóstico específico referente a este aspecto, embora não devendo ser considerado isoladamente, mas sim com a interface dos demais aspectos já mencionados e a mencionar, é imprescindível dentro do contexto desta pesquisa.

Nesta fase da pesquisa foram abordados os aspectos de conforto ambiental relativos à temperatura e umidade relativa do ar, iluminação nos planos de trabalho e acústica; entretanto, apenas os dois primeiros são parte integrante da pesquisa de mestrado, visto que os problemas relativos ao ruído (interno e externo) são tratados com recursos não identificados com automação, não sendo, portanto, diagnosticados neste trabalho.

O resultado dos questionários referente ao nível de iluminação nas estações de trabalho, indica uma satisfação geral (**58%** considera **bom** e **41%** considera **ótimo**). Salientamos, porém, que durante o horário de expediente a iluminação artificial é plenamente utilizada. O esquema de distribuição das luminárias (todas de teto) é caracterizado por circuitos independentes que são ligados e desligados em horários programados. As lâmpadas são acesas automaticamente antes da entrada dos funcionários e apagadas depois de terminadas as atividades no prédio, inclusive limpeza.

Com relação ao conforto térmico, apesar de ter sido apontado como um dos principais problemas, no momento da entrevista, **58%** dos respondentes definiu como “**boa**” a temperatura da sala ocupada e estão satisfeitos com a localização de suas estações de trabalho em relação às aberturas para o exterior. No entanto, embora não tenha sido incluído como pergunta no questionário aplicado aos usuários desse

edifício, no bloco destinado a **observações e comentários do entrevistado**, ocorreram vários comentários espontâneos sobre a percepção de diferença de temperatura ao se deslocarem de um local para outro no mesmo andar; além disto, a pesquisadora, quando em visita ao prédio, durante entrevistas com o responsável pela manutenção e operação das instalações e serviços do mesmo, presenciou várias solicitações, por parte dos usuários, de intervenções no sistema de ar-condicionado, indicando claro descontentamento com as condições térmicas naquele momento. Ainda com relação a este aspecto, destacamos, através de observações físicas, um desconforto gerado pela diferença de temperatura entre os sanitários e as demais dependências, dado que, naqueles ambientes, a renovação de ar se dá através de exaustão mecânica.

6.4.2 - DIAGNÓSTICO REFERENTE AO EDIFÍCIO “B”.

No caso deste edifício, os questionários também foram aplicados proporcionalmente quanto ao sexo, sendo, a maioria, do sexo masculino (**64%**); como se pode ver na tabela 6.1 apresentada anteriormente.

A faixa etária predominante é de trinta e um (31) a quarenta (40) anos (**37%**), sendo que a segunda faixa significativa se encontra na faixa de quarenta e um (41) a cinquenta (50) anos (**31%**), trabalhando há mais de três (3) anos no edifício. Como no caso anterior, esses dados característicos dos respondentes também contribuem para a confiabilidade das respostas, pois, a maioria possui nível de escolaridade superior, significando boa compreensão das perguntas.

À época da aplicação dos questionários no edifício “B”, os entrevistados usavam vestimenta do tipo “meia estação” (**82%**). A atividade física predominante dos usuários é “leve” (**88%**) e isto é compreensível, visto que se trata de um edifício de escritórios.

Com relação à opinião dos usuários, foi diagnosticado que, no que se refere à conservação do edifício é plenamente satisfatória: de **boa** a **ótima** é o que considera **94%** dos funcionários. Entretanto, mais da metade deles observa problemas no edifício, sendo que as principais reclamações são referentes ao **conforto ambiental**. Com relação ao **conforto térmico**, foi ressaltada a diferença de temperatura nos diversos ambientes de escritórios (**79%** dos usuários disseram que percebem a falta de padronização na temperatura) e reclamam que a posição dos difusores é desconfortável porque ficam “em cima de suas cabeças”; além disso, apontam como desconforto o “ar viciado” devido à falta de ventilação natural, que, segundo eles, provoca problemas de saúde, como alergias, problemas de pele e respiratórios. Quanto à temperatura, das pessoas que a classificaram como **péssima** ou **precária** no momento da entrevista (**12%**), **67%** definiram o ambiente como “quente”. Os dados quantitativos foram tirados das questões fechadas, entretanto, parte das informações aqui contidas foram extraídas do último item do questionário, onde o entrevistado pode fazer colocações espontâneas. Além disso, de acordo com as observações físicas feitas pela mestrandia durante visitas exploratórias ao edifício, aliadas a entrevistas com pessoas responsáveis pelo gerenciamento e manutenção, as colocações dos usuários se confirmam.

Quanto ao nível de iluminação em suas mesas de trabalho, apesar da grande maioria estar satisfeita (**63%** considera **bom** e **30%** **ótimo**), foi levantada a questão do **ofuscamento** nas telas dos monitores de vídeo dos computadores. Em nossas visitas, observamos que há realmente excesso de iluminação nos ambientes e isto ficou constatado pelos resultados de medições realizadas nos locais. Além disto, a questão (3.1.1), também comprova o fato, visto que **57%** dos usuários que estão descontentes com o nível de iluminação em seus planos de trabalho, o consideram **claro**.

Pela questão (3.5), nota-se que **72%** dos respondentes costumam observar o exterior pela janela. Neste caso, os caixilhos são fixos e as persianas não podem ser abertas, sendo seu manuseio possível apenas ao nível do controle da posição das aletas, sendo que cerca de metade dos usuários as mantêm na posição horizontal, demonstrando claramente a busca de iluminação natural e contato com o exterior.

Outras questões também foram citadas, como por exemplo, exaustão insuficiente nos banheiros e falta de água nos mesmos.

No que se refere à segurança pessoal e patrimonial, representada pela detecção e combate a incêndios, os respondentes têm uma opinião favorável; declararam ter treinamento para situações de emergência em caso de incêndio, conhecem as saídas neste caso, mas, a maioria (**84%**) não aponta existência de áreas de risco nesse sentido.

Quanto à conservação de energia, não possuem treinamento ou conscientização a nível de usuário; através de entrevistas com o pessoal de gerência do prédio, constatamos que há uma preocupação com este aspecto por parte da administração, já que estudos de viabilidade de implantação de medidas que visam a conservação de energia, estão sendo feitos. Como já dissemos, este edifício possui alguns aspectos controlados pelo sistema de automação, com vistas a uma ampliação e modernização do sistema; um dos itens cogitados é a implantação de gerenciamento do setor de iluminação, com vistas à conservação de energia elétrica. No 5º andar do edifício foram instalados dispositivos que controlam o acionamento das lâmpadas, dispostas em circuitos setorizados; sensores de presença determinam a necessidade de acendimento das lâmpadas naquele setor. Desta forma, quando o local está desocupado, as lâmpadas se mantêm apagadas, evitando, com isso, consumo desnecessário de energia elétrica. Através de entrevistas também, fomos informados que, há algum tempo, providência semelhante foi tomada, ou seja, havia controle automatizado do circuito de luminárias da periferia interna do edifício, em quase todos os andares (do 3º ao 18º); esse sistema visava o aproveitamento da contribuição da iluminação natural. As lâmpadas permaneceriam apagadas quando houvesse eficiência luminosa suficiente no local, devida à luz natural. Entretanto, tal sistema foi desativado devido a constantes intervenções do operador sugeridas pelos usuários; ou seja, estes, em atitude que parece um contra-senso às suas reclamações, solicitavam constantemente o acendimento das lâmpadas.

Quanto ao aspecto **automação**, **63%** dos respondentes classificam o edifício “B” como automatizado. Entendemos, contudo, que o conceito de automação para os

usuários se refere à modernização de equipamentos de serviço e a monitoração das instalações pelo computador. Uma opinião mais formal a esse respeito não se pode esperar do usuário; no entanto, os mesmos são capazes de demonstrar, através de suas sensações, os pontos positivos e negativos com relação à qualidade do seu ambiente, como produto de sistemas prediais gerenciados automaticamente ou supervisionados pelo computador.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SOB O PONTO DE VISTA TÉCNICO: Uma Análise dos Aspectos de Conforto Vinculados ao Sistema de Automação.

Além dos conhecimentos básicos sobre o funcionamento do sistema de automação, a realização das avaliações técnicas se baseou também em dados reais, resultados de medidas realizadas nos locais, relativos ao conforto **térmico** e **luminoso**, cujos procedimentos e técnicas de aquisição são descritos a seguir.

A metodologia referente a esse aspecto é, também, imprescindível num processo de avaliação de desempenho, considerando-se que, medidas dessa natureza requerem conhecimentos sobre o manuseio dos equipamentos de medição, assim como técnicas de tratamento de dados e interpretação de resultados.

O item 7.1 deste capítulo descreve os procedimentos adotados para as medidas físicas, bem como o tratamento dos dados, em função de aferições e calibrações de equipamentos utilizados.

Os dois itens seguintes apresentam os resultados específicos da avaliação técnica dos aspectos de conforto luminoso e térmico, contemplando diagnósticos e conclusões relativas a cada assunto.

7.1 - PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÕES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.

7.1.1 - MAPEAMENTO DOS PONTOS MEDIDOS.

Os diagnósticos preliminares dos edifícios “A” e “B”, sob o ponto de vista dos usuários, apresentados no item 6.4 do capítulo anterior, constituíram ponto de partida para a avaliação técnica dos aspectos de conforto luminoso e térmico dos ambientes de escritórios.

De acordo com os problemas relativos a esses aspectos, destacados pelos usuários em suas respostas aos questionários e suas localizações no pavimento, também marcadas nos questionários, procedemos a mapeamentos de pontos a serem medidos.

Com relação ao **conforto térmico**, duas variáveis foram medidas (**temperatura e umidade relativa do ar**) em pontos mapeados da seguinte forma: sobre uma planta básica de um pavimento tipo escolhido para representar todo o edifício (4º pavimento do edifício “A” e 5º pavimento do edifício “B”), contendo inclusive o *lay out* atualizado à época das medições, marcamos os pontos que deveriam ser verificados, com caracteres iniciais de cada tipo de aparelho de medição, os quais são destacados nas figuras 7.28 e 7.30, do item 7.3 deste capítulo. A definição desses pontos não foi aleatória, mas sim, baseando-nos nas opiniões dos usuários; procuramos destacar focos de insatisfação com relação à temperatura do ambiente. Observamos que, de uma maneira geral, os usuários situados mais próximos às janelas apresentaram maior número de reclamações a esse respeito; entretanto, não foi possível definir se a região periférica é “fria” ou “quente”, visto que as opiniões se diversificam bastante. A região mais próxima ao centro do pavimento ficou mais claramente definida, já que os usuários reclamam basicamente de “frio”. Desta forma, optamos por distribuir os pontos a serem analisados o mais homogeneamente possível, tanto no que diz respeito ao distanciamento às janelas quanto à ocupação do andar. Procuramos diversificar também a localização dos aparelhos segundo áreas de trabalho com

tamanhos diferentes, embora delimitadas por divisórias semelhantes, uma vez que esses ambientes são, de uma maneira geral, repetitivos, para poderem representar o *lay out* como um todo.

Esse mesmo procedimento foi adotado nos dois edifícios estudos de caso para proporcionar correspondência nos resultados e se justifica pelo objetivo da pesquisa, ou seja, análise da qualidade das informações de entrada nos processadores integrantes do sistema de automação e saída, representada pela resposta ao ambiente, expressada pelo usuário através de suas sensações. Sendo assim, os locais mais apropriados para análise são aqueles específicos de ocupação pelos usuários.

Quanto ao **conforto luminoso**, adotamos procedimento semelhante ao anterior no que se refere ao mapeamento. Para cada edifício, elaboramos dois mapeamentos distintos, dada a especificidade das grandezas medidas (**iluminação natural e artificial**), da forma a seguir: sobre uma planta básica, com *lay out* atualizado à época das medições, selecionamos casos de ambientes de trabalho que se repetiam no *lay out* geral, para que representassem a totalidade do pavimento. Esses casos, destacados no item 7.2 deste capítulo, em desenhos específicos (fig. 7.5 e fig. 7.9), foram escolhidos para análise da possibilidade de contribuição de iluminação natural nos ambientes, com vistas à conservação de energia elétrica, o que significa um dos paradigmas da automação desse aspecto.

Em cada caso selecionado, escolhemos um ponto situado aproximadamente no centro do ambiente, para avaliação da eficiência luminosa, tendo em vista a contribuição da luz natural, cujos algoritmos e cálculos são apresentados no item específico da avaliação técnica do conforto luminoso.

Para realizar medidas de iluminação natural ponto a ponto, adotamos os mesmos casos selecionados anteriormente e, tomando como referência os pontos destacados conforme citado acima, definimos sequência de medições com espaçamentos uniformes, segundo linhas perpendiculares à envoltória e no sentido da envoltória para o centro do pavimento. Em alguns casos, a linha passou pelo ponto selecionado e em outros não; isto se explica pela coincidência ou não de planos de trabalho

(mesas) com o referido ponto. Esta opção foi adotada visando obter dados que se aproximassem ao máximo à realidade dos usuários em seus ambientes. As linhas de sequência de medições de nível de iluminamento natural também são destacadas nos mesmos desenhos referidos anteriormente.

O mapeamento de pontos para medição de nível de iluminação artificial, tanto nas condições de uso quanto associada à iluminação natural em todo seu potencial, (condições discriminadas junto às tabelas 7.10 a 7.13, constantes do anexo desta dissertação), foi elaborado segundo recomendação da norma da ABNT, *NBR - 5382 (dez/77) - Verificação do Nível de Iluminamento de Interiores - Método de Ensaio*, que propõe cálculo de iluminamento médio (I) nos ambientes, segundo fórmula apresentada no item 7.2.3.2, deste capítulo, referente à análise da iluminação artificial nos casos escolhidos nos edifícios “A” e “B”.

Em planta básica semelhante às anteriores, mas sem o mobiliário, apresentamos a distribuição das luminárias existentes no andar analisado e destacamos os pontos medidos através de cores diferentes, de acordo com a localização sugerida pela norma citada acima, quais sejam: grupos de pontos **centrais aos ambientes, deslocados do centro, periféricos** e pontos nos **cantos**. De acordo com a distribuição do *lay out*, dividimos o pavimento (região ocupada por escritórios) em setores limitados por divisórias até o teto ou setores claramente definidos pelo tipo de atividade dos ocupantes, também destacados nos desenhos de distribuição de luminárias (fig. 7.14 e 7.15, do item 7.2). Não foi possível adotar apenas o critério de divisórias altas dada a complexidade de arranjos espaciais e a diversidade de elementos divisores de ambientes, tais como: divisórias médias (1,62m de altura) e baixas (1,02m) ou armários (1,62m), que podem ser visualizados nas fotos apresentadas no capítulo 6. Além disso, se setorizássemos o pavimento baseando apenas nas divisórias altas, seriam criados ambientes abertos muito grandes em relação aos fechados; isto significaria uma diluição dos pontos medidos e acreditamos que poderia, inclusive, apresentar distorções nos resultados.

Para viabilizar a aplicação da norma no que se refere aos procedimentos de verificação do nível de iluminamento nos ambientes (iluminação artificial), bem como para a aplicação dos algoritmos utilizados na análise da contribuição da

iluminação natural, foram necessárias várias adaptações relativas à composição dos ambientes, conforme a descrição a seguir.

No tocante à iluminação artificial, a norma sugere critérios de avaliação do nível de iluminamento, variando com a regularidade ou irregularidade do perímetro do campo de trabalho. No caso dos edifícios “A” e “B”, os ambientes definidos em planta possuem formas, em sua maioria, retangulares; no entanto, alguns ambientes possuem forma irregular, embora próximas ao retângulo. O item 3.2 da norma indica critérios específicos para determinação do nível médio de iluminação em ambientes de perímetro irregular; entretanto, optamos por aplicar os critérios sugeridos no item 3.1, de métodos de verificação, em ambientes de perímetro regular, para homogeneização do processo. Além disto, em áreas relativamente maiores, medimos mais pontos além dos sugeridos (como pode ser observado nas tabelas e mapas) e, em áreas pequenas, medimos sob todas as luminárias, procurando, com isto, reduzir distorções nos resultados.

Quanto à altura dos limites dos ambientes, a norma não faz referência, levando-nos a supor que a área considerada seja envolvida por paredes, painéis ou outros, do piso ao teto. Este não é o caso das lajes livres com *lay out* flexível; como já dissemos, as salas são separadas por elementos divisórios com alturas variáveis, em desacordo com a suposição referida; decidimos, apesar disto, aplicar o procedimento em questão.

As adaptações feitas com o objetivo de atribuir valor às variáveis dos algoritmos utilizados para avaliação da eficiência luminosa devida à luz natural, estão caracterizadas no item 7.2 deste capítulo, específico deste tema, onde apresentamos as características dos elementos constituintes do ambiente.

7.1.2 - PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA MEDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NOS AMBIENTES E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS UTILIZADOS.

De acordo com Frota, em notas de aula da disciplina de Medidas Físicas e Psico-Sócio Econômicas em Arquitetura, do 1º sem/95, não há normas ou procedimentos para medidas térmicas ambientais, a não ser para ar-condicionado, como por exemplo, a NBR-6401, que trata especificamente do desempenho dos equipamentos. Como estamos tratando de temperaturas ambientais, adotamos procedimentos compatíveis com nossos objetivos, de modo a fornecer dados consistentes para a análise do aspecto.

Tendo definido os pontos a serem medidos, de acordo com o procedimento descrito no item anterior, passamos à realização das medidas propriamente ditas.

Estabelecemos duas (2) condições ambientais diversas tais como:

- **Ambiente nas condições normais de uso:** ar-condicionado ligado, presença dos usuários, todas as lâmpadas acesas, máquinas e equipamentos de escritórios em operação; isto significa atuação simultânea dos agentes geradores e eliminadores de calor.
- **Ambiente nas condições naturais:** ausência de pessoas, ar-condicionado desligado, lâmpadas apagadas, máquinas e equipamentos de escritório fora de operação.

Lembramos que esse procedimento se refere aos dois edifícios estudos de caso e em ambos, houve uma programação prévia junto às administrações, para que fosse possível manter as condições pré estabelecidas. Principalmente nos dias em que realizamos as medições nas condições naturais, houve necessidade da presença de funcionários da manutenção dos edifícios para que se mantivessem desligados tanto o sistema de ar-condicionado quanto o de iluminação. Para que isto fosse possível e ainda contando com a ausência de usuários, os únicos dias da semana disponíveis foram sábados e domingos. Apesar da programação prévia, nos dois casos ocorreram

imprevistos que, ou anularam parte do trabalho desenvolvido ou impediram a sua realização. Esses imprevistos decorreram da presença de funcionários trabalhando no sábado, necessitando, portanto, de condicionamento de ar e iluminação no seu escritório. Esses fatos, apesar de toda a atenção e colaboração por parte dos administradores e funcionários, são possíveis de ocorrer, dadas as necessidades específicas relativas às funções de cada um.

Considerando como representantes dos edifícios, um pavimento tipo em cada caso, realizamos medidas de temperatura e umidade do ar interna e externamente aos pavimentos, sendo cada prédio à sua época, cujas datas constam em tabelas de medidas de temperatura e umidade, as quais se encontram no anexo desta dissertação. Na medida do possível, desenvolvemos essa atividade no mesmo período do dia em todas as sessões de medidas, tanto no edifício “A” quanto no edifício “B” sendo que os intervalos entre as medições se mantiveram constantes (por volta de uma hora). As condições do tempo foram observadas e anotadas nas planilhas.

Para essa atividade foram utilizados vários tipos de termômetros e termo-higrômetros a saber:

- 4 termômetros de globo;
- 2 termômetros de bulbo seco e bulbo úmido;
- 1 termômetro de máximas e mínimas;
- 3 termo-higrômetros digitais.

Os termômetros de globo são constituídos por um globo de metal pintado de preto, cujo diâmetro é de aproximadamente 18 cm; contém um termômetro de mercúrio da marca INCOTHERM introduzido em seu interior até que seu bulbo atinja o centro da esfera; sua escala varia de -30°C a $+50^{\circ}\text{C}$. Este tipo de instrumento é próprio para medidas de temperatura radiante média.

O conjunto globo e termômetro é suspenso por uma base metálica com altura regulável, para que o globo fique na altura desejada. No caso específico da pesquisa, como se trata de medidas de temperatura em ambiente de trabalho, onde as pessoas,

na maior parte do tempo ficam sentadas, determinamos a altura ideal para o globo igual a 1,20 m.

Os termômetros de bulbo seco e úmido também são da marca INCOTHERM e constituem-se por um par de termômetros com colunas de mercúrio, sendo que um, com o bulbo envolvido por gaze molhada em água destilada e submetida à evaporação, mede a temperatura úmida (ar saturado) e apresenta valores mais baixos que o outro (temperatura do ar não saturado). Relacionando-se as duas medidas de temperatura, determina-se a umidade relativa do ar.

As temperaturas máximas e mínimas foram medidas pelos termômetros específicos para esse tipo de medição; são verticais, com colunas de mercúrio e álcool e também da marca INCOTHERM. Suas duas escalas e índices em forma de U, possuem câmaras com álcool em suas extremidades e o ramal de temperaturas máximas também contém vapor de álcool para permitir a expansão quando a temperatura sobe; os índices são mantidos sob pressão de uma mola e para deslocá-los basta usar um ímã.

Os termo-higrômetros digitais, dois da marca LUTRON e um da marca HANNA INSTRUMENTS, são aparelhos portáteis com funcionamento à pilha. São constituídos por uma base com painel digital e seletores para leitura de temperaturas (°C ou °F) e umidade relativa do ar (RH %); possuem terminal com sensores de temperatura e umidade conectado à base. Esses aparelhos são próprios para medidas instantâneas.

Os instrumentos descritos foram distribuídos nos ambientes de acordo com mapeamentos definidos no item 7.1.1 deste capítulo e serão destacados nas figuras relativas aos mapeamentos de pontos medidos, específicos de cada edifício, as quais serão apresentadas no item referente ao Conforto Térmico. Usamos os caracteres iniciais dos instrumentos para destacá-los no mapeamento sendo: termômetros de globo (**G**), termômetros de máximas e mínimas (**M**), termômetros de bulbo seco e úmido (**B**) e termo-higrômetros digitais (**D**). Utilizamos também índices numéricos para **D** quando, em um mesmo setor, realizamos mais de uma medida instantânea no

mesmo horário. As localizações dos caracteres nos mapas definem os pontos onde foram realizadas as medições.

Em todos os casos e condições, foram feitas leituras com intervalos aproximados de uma (1) hora e em número de seis (6), a menos da primeira sessão de medidas no edifício “A”, em número de cinco (5), realizada nas condições de uso.

Foram tomadas as devidas precauções quanto ao manuseio dos aparelhos no sentido de mantê-los fixos a uma mesma altura, evitar contato físico com os globos e manter distante do corpo os sensores de temperatura e umidade do termo-higrômetro digital, além de terem sido instalados com meia hora de antecedência visando sua estabilização.

Quando da realização de medidas nas condições de uso (na presença dos usuários), foi solicitado a eles que não tocassem nos aparelhos fixos, para que ficasse garantida a integridade das medidas.

Nas sessões de medidas nas condições naturais, ou seja, com todos os equipamentos de escritórios, lâmpadas e ar-condicionado desligados, instalamos os instrumentos nos mesmos locais da condição de uso (utilizando o mesmo mapa), para que fosse possível qualquer comparação de resultados.

As informações relativas às condições do tempo à época das medidas, bem como seus resultados foram anotados em planilhas previamente elaboradas e transformadas, posteriormente, em tabelas, referidas anteriormente.

7.1.3 - PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA MEDIÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL NOS PLANOS DE TRABALHO E CARACTERIZAÇÃO DOS APARELHOS UTILIZADOS.

No item 7.1.1 deste capítulo, no que se refere ao mapeamento de pontos para medição de iluminação, referimo-nos aos tipos de fontes de iluminação considerados. Determinamos pelas fontes, as condições ambientais sob as quais procedemos as medidas, sendo:

- **Ambiente sujeito apenas à iluminação natural:** salas com ausência de usuários, persianas abertas (edifício “A”) ou com as aletas das persianas na posição horizontal (edifício “B”) e todas as lâmpadas apagadas.
- **Ambiente nas condições de uso:** presença dos usuários, todas as lâmpadas acesas, algumas persianas abertas e outras fechadas (edifício “A”) ou algumas persianas com aletas na posição horizontal e outras fechadas (edifício “B”).
- **Ambiente sujeito à iluminação total (artificial + natural):** ausência de usuários, todas as lâmpadas acesas, todas as persianas abertas (edifício “A”) ou todas as persianas com aletas posicionadas a 45° e face côncava voltada para baixo (edifício “B”).

Nota: a diferença de modo de abertura das persianas entre os edifícios “A” e “B” se dá pelo limite de seu manuseio; no edifício “A” o usuário tem possibilidade de abri-las totalmente, enquanto no outro edifício, existe apenas a possibilidade de controlar a angulação das aletas, visto que o dispositivo de controle de abertura foi eliminado. A posição das aletas a 45° foi adotada em decorrência de observações feitas, através de experimentação, que, com as aletas posicionadas dessa forma, havia uma penetração maior de luz natural no interior do edifício. Salientamos que esta constatação se deu à época das medições na 3ª condição referida acima, no edifício “B”.

Para realizar as medidas nas condições preestabelecidas, como no caso do conforto térmico, houve necessidade de agendamento prévio com as administrações dos edifícios. Para atender à primeira e terceira condições, os dias da semana possíveis para a realização dessas atividades foram sábados e domingos, pois não poderia haver a presença de usuários. Imprevistos de natureza semelhante aos já comentados

também ocorreram, porém, a nosso ver, sem prejuízo da qualidade final das medições.

Os instrumentos utilizados para essa tarefa foram os seguintes:

- 2 luxímetros portáteis com funcionamento a bateria e graduação em lux, sendo um (01) da marca MINOLTA e um (01) da marca LUTRON. Compõem-se de base com *display* para leitura das medidas e um terminal com célula sensível à luz, conectado à base. O luxímetro LUTRON possui selecionador de escalas de leitura (x1, x10 e x100) e o MINOLTA tem ajuste de escala automático, de acordo com a intensidade de luz sensível no momento.
- Um par de intercomunicadores com funcionamento à pilha, do tipo *walkie talkie*, usado para comunicações entre o interior e o exterior do edifício, quando da realização de medidas de iluminação natural. O conjunto utilizado no edifício “A” não possui longo alcance; no entanto, foi suficiente, visto que a distância entre o pavimento analisado e a cobertura do edifício é da ordem de 10 m. Quanto ao edifício “B”, foi necessário utilizar os intercomunicadores dos seguranças do prédio, visto que o alcance necessário é superior a 40 m. A justificativa para o uso desses aparelhos de comunicação se dá pela simultaneidade das medidas externas da iluminância devida à abóbada celeste e o nível de iluminamento interno nos ambientes analisados, dados imprescindíveis para a análise da contribuição da iluminação natural.

Precauções recomendadas pela norma *NBR - 5382/1977* foram tomadas, quais sejam:

- A célula do fotômetro foi colocada próxima ou sobre o campo de trabalho (definido a uma altura de 75 cm do piso, de acordo com a *NB - 57, maio/1991 - Iluminância de Interiores*) e paralela ao mesmo.
- Mantivemo-nos o mais distante possível da célula, para evitar sombras ou reflexos da roupa, cujos efeitos poderiam alterar os resultados.
- Para as medidas de iluminação artificial, as lâmpadas foram acesas com antecedência de pelo menos 30 minutos.

Além disso, para as medidas externas, feitas em um ponto fixo da laje de cobertura, a célula foi mantida em local estável e coberta com papel manteiga para se evitar a incidência direta dos raios solares.

Tanto no edifício “A” quanto no “B”, no que tange às medidas de iluminação natural, procuramos realizá-las segundo o mesmo período do dia, conforme horários discriminados junto às tabelas referidas, em três (03) horários sequenciais com intervalos aproximados de uma (01) hora. Entretanto, as medidas que envolveram fonte artificial, tiveram períodos do dia diferentes entre os dois prédios, mas iguais relativamente ao mesmo edifício. Não nos ativemos a esse detalhe por julgarmos pouco significativo sob ponto de vista da análise em questão.

7.1.4 - AFERIÇÃO DOS APARELHOS E RESULTADOS DAS AFERIÇÕES.

Como foi mencionado nos itens anteriores, para realizar as atividades referentes às medições, utilizamos instrumentos diversificados tanto no que se refere à sua especificidade quanto aos seus modelos. Essa diversificação, além de intencional, para aferição das medidas, foi necessária, dada a relação do número de pontos medidos/ intervalo de tempo entre as medições.¹

7.1.4.1 - Considerações relativas às medições de temperatura e umidade e aos aparelhos utilizados.

¹ Destacamos que, nas sessões de medidas, tanto do conforto térmico quanto do luminoso, contamos com a participação do Dr. Marcelo de Andrade Roméro, membro da equipe interdisciplinar da pesquisa mais ampla desenvolvida junto ao NUTAU/FAU-USP, já referida neste trabalho e das bolsistas de Iniciação Científica junto ao CNPQ, Sandra Soares de Oliveira e Mariana Tavares, ambas alunas de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo da USP. A participação dessas pessoas, embora não simultaneamente em todos os casos, justifica também o incremento no número de instrumentos utilizados.

Antes de ir a campo para proceder à atividade prevista, fizémos uma análise comparativa preliminar entre os aparelhos, a qual proporcionou uma visão geral sobre seus níveis de calibração.

Instalamos todos os instrumentos em um mesmo local e comparamos os valores medidos de temperatura e umidade relativa do ar. Observamos diferenças de resultados entre eles, embora não muito significativas (da ordem de 5%). A princípio não foi possível distinguir qual era o mais correto devido à falta de parâmetros. Entretanto, mesmo tendo o conhecimento do fato, decidimos utilizá-los naquelas condições devido à impossibilidade, àquela época, de aferição desses. Neste sentido, sabe-se que os termômetros de mercúrio são mais “confiáveis” e precisos, podendo, em princípio, servir como referência para os demais, embora os tipos de leituras sejam diferentes. Quanto aos termômetros de mercúrio, não observamos problemas significativos de variações, mas, os termo-higrômetros digitais, já que medem valores instantâneos, apresentam grandes oscilações, tanto nos valores de temperatura quanto de umidade relativa do ar. Essas oscilações são compreensíveis se considerarmos as interferências de correntes de ar ou ventos, movimentações de objetos ou pessoas próximo ao sensor e outros. Desta forma, a opção por um valor fixo é consequência de bom senso na escolha de um deles; evidentemente, um valor médio dentro da faixa de oscilação.

7.1.4.2 - Considerações relativas às medições de iluminação e aos luxímetros.

Da mesma maneira que os anteriores, fizémos uma pré-análise dos luxímetros utilizados, colocando suas células o mais próximo possível uma da outra em um mesmo ambiente. Embora sabendo que as condições de iluminação no ambiente não são as ideais para comparação, sendo que as ideais são criadas em laboratório, essa pré-análise acusou diferenças significativas entre eles (diferenças de até 100 lux aproximadamente). O luxímetro MINOLTA transmitiu mais segurança, dadas as suas condições (novo e sem uso).

Conhecendo as condições dos aparelhos, em cada planilha com resultados de medições, identificamos o aparelho usado, para posteriores correções nas medidas, após a aferição desses.

Durante as atividades, também, como no caso dos termo-higrômetros, foi necessário usar o bom senso para definir um valor fixo para cada medida; como o instrumento mede grandezas instantâneas, apresenta grandes oscilações, o que implica em tomada de decisão quanto à definição do valor a ser considerado. Isto também se compreende, dado que os ambientes analisados sofrem influência de fontes luminosas artificiais e naturais e, tanto uma quanto outra, apresentam constantemente variações em suas intensidades de iluminação.

7.1.4.3 - Resultados das aferições dos aparelhos.

Tendo sido observadas todas essas peculiaridades e, seguindo o que determina a norma *NBR ISO 9001 (1994)*, que trata dos sistemas de qualidade, consideramos de suma importância proceder à aferição desses aparelhos em instituição idônea. Foi feita a aferição de um dos termômetros de mercúrio (INCOTHERM, utilizado em associação com o globo), aferição e calibração do termo-higrômetro HANNA e aferição dos luxímetros utilizados, junto ao INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT), o qual nos forneceu laudos técnicos com os resultados das aferições; além disso, dois luxímetros LUTRON (inclusive um dos utilizados nas atividades de pesquisa) foram calibrados.

De acordo com os resultados das aferições dos instrumentos, fizemos correções sobre os dados coletados, os quais, corrigidos, se encontram nas tabelas já referidas.

As correções feitas nas medidas de **temperatura e umidade relativa do ar** foram como a seguir:

A) Medidas de temperatura realizadas com termo-higrômetro digital.

Segundo laudo de aferição fornecido, para a faixa de temperaturas entre 20,0°C e 25,0°C, medidas pelo padrão utilizado, o termo-higrômetro HANNA apresentou um desvio médio de 0,7°C a maior. As medidas ambientais realizadas com esse aparelho foram diminuídas desse valor, em consequência desse desvio. As demais, realizadas com os outros termo-higrômetros, também sofreram correção idêntica, visto que, na comparação desses com o aparelho aferido, não observamos diferenças significativas (diferenças essas, da ordem de 0,2°C). Salientamos que essas diferenças foram consideradas pouco significativas, face às características da análise a que estamos procedendo (macro-análise).

B) Medidas de Umidade relativa do ar realizadas com termo-higrômetro digital.

Como no caso anterior, tomamos como referência o termo-higrômetro HANNA, o qual, de acordo com os resultados da aferição, apresentou desvios menores que 2%, na faixa de valores entre 50% e 65%. Levamos em consideração apenas essa faixa para adotarmos um índice para correção porque as medidas de campo apresentaram valores nesse intervalo. Não foram feitas correções nos valores de umidade relativa do ar medidos com o referido aparelho porque o valor de 2% é considerado, de acordo com o laudo, como incerteza dos valores medidos pelo padrão. Entretanto, as medidas realizadas com um dos termo-higrômetros LUTRON, foram decrescidas de 3,4%. Este valor foi obtido da comparação deste com o aparelho aferido.

C) Medidas de temperatura realizadas com termômetros de mercúrio.

Como já foi dito, apenas um termômetro de mercúrio foi aferido e o resultado da aferição, na faixa de temperaturas de 0°C a 20°C, indicou uma correção de -0,1°C; acima dessa faixa, a correção é de 0,0°C. Como a incerteza dos resultados é de $\pm 0,3^\circ\text{C}$, consideramos não ser necessária nenhuma correção nos valores medidos com esse tipo de instrumento. Além disso, foram feitas comparações entre o termômetro aferido e os demais de mesma natureza, não acusando diferenças significativas nos resultados.

D) Níveis de iluminação.

O luxímetro da marca MINOLTA, utilizado apenas para medições internas de iluminação natural e artificial, apresentou, como resultado de aferição, valores da ordem de 7% maiores que os medidos com o padrão utilizado, na faixa de até 200 lux de fonte; acima desse valor, até 2.000 lux de fonte, o referido luxímetro acusou medidas da ordem de 9% superiores às do padrão. Sendo assim, todos os dados de medições internas foram decrescidos de 7% ou 9%, de acordo com a faixa característica.

Com relação ao luxímetro LUTRON, usado apenas para medidas externas dos níveis de iluminância, foi aferido segundo as três escalas de leitura, apresentando desvios diferentes em cada escala, sendo:

- na escala x1, os valores lidos foram da ordem de 13% menores que o padrão;
- na escala x10, os valores se apresentaram por volta de 5% maiores que o padrão;
- na escala x100, as diferenças percentuais com relação ao padrão foram diversificadas; na faixa de 60 a 2.000 lux, variando de -20% a +30%; de 2.000 a 50.000 lux, o desvio permaneceu constante, por volta de 5%, ou seja, os valores lidos no luxímetro LUTRON caracterizaram um incremento dessa ordem. Desta forma, todas as medidas de iluminância externa foram decrescidas desse percentual (5%); esta opção se deve ao fato de que os valores medidos em campo, com esse aparelho, foram sempre superiores a 2.000 lux.

Essa correção, entretanto, talvez não fosse necessária, visto que um desvio de $\pm 5\%$ é previsto pela especificação técnica do luxímetro e, ainda, o próprio padrão do laboratório do IPT apresenta incerteza de $\pm 3\%$ em seus valores, conforme “NOTAS” fornecidas pelo laboratório de aferição e calibração.

Consideramos, finalmente, que, apesar dos resultados de aferição apresentarem desvios aceitáveis, procedimentos semelhantes, relativos aos critérios de utilização dos aparelhos de medições em geral, devem ser adotados, visando maior confiabilidade nos dados e implementação de qualidade nos resultados. É recomendado, inclusive, por normas específicas da ISO 9000, que, para garantia da qualidade de serviços dessa natureza, se faça calibrações periódicas em aparelhos de

medições; calibrações essas, necessárias em função das condições de uso e desgastes dos mesmos.

7.2 - CONFORTO LUMINOSO.

Para a análise desse aspecto, referente aos edifícios “A” e “B”, consideramos as possibilidades de aproveitamento dos recursos naturais, tendo em vista a arquitetura dos prédios, os sistemas de iluminação artificial interna atualmente implantados e as interfaces entre as duas fontes.

Os resultados dessa análise não só permitem a verificação da adequação dos sistemas de controle implantados como, também, apresenta indicadores que podem auxiliar em eventuais modificações que venham a acontecer, em decorrência de necessidades específicas de cada caso ou mesmo de evoluções tecnológicas com vistas à conservação de energia elétrica.

7.2.1 - CONFORTO VISUAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

A iluminação de ambientes de escritórios constitui um aspecto de grande importância, tendo em vista o tipo de tarefa visual desenvolvida. O espaço ocupado para o desenvolvimento de atividades dessa natureza, requisita projeto de iluminação adequado, que procure atender, principalmente, às necessidades de conforto visual dos usuários, representada pelas boas condições visuais em seus planos de trabalho, o que influencia positivamente em sua produtividade.

Para se atender ao requisito de conforto, a escolha do sistema de iluminação artificial é fundamental. Essa escolha deve ser feita baseada na análise do ambiente a ser iluminado, considerando-se os detalhes da construção do edifício, sua finalidade, os requisitos visuais para o tipo de trabalho e, entre outros, a flexibilidade do *lay out*, uma das principais características de escritórios modernos.

Dentre os vários tipos de sistemas de iluminação artificial disponíveis, o mais adotado nos edifícios de escritórios, hoje em dia, é o de iluminação geral. Esse

sistema, caracterizado pela distribuição regular de luminárias no teto ou por linhas de luminárias regularmente distanciadas, proporciona iluminância horizontal sobre a área ocupada, com um certo grau de uniformidade. Alguns casos em que a tarefa visual é de precisão, costuma-se associar a iluminação geral com a local, instalando-se luminárias individuais nos planos de trabalho.

Entretanto, os requisitos de conforto visual para os usuários não se referem apenas à boa escolha adequada do sistema de iluminação artificial. Pesquisas têm demonstrado que o homem, pela sua própria natureza, sente necessidade de contato com o exterior, buscando, inclusive, a luz natural através das janelas, sugerindo um ganho na qualidade da iluminação em seus ambientes. Este comportamento se deve ao efeito psicológico e fisiológico que a luz natural parece ter nas pessoas, segundo Magalhães (1995). Resultados desta pesquisa indicam que essa busca pela luz natural não significa complementação de níveis de iluminância mas, sim, uma maior aproximação às condições naturais e que varia de indivíduo para indivíduo, de acordo com sua vontade.

Edifícios de escritórios no Brasil e no exterior, construídos principalmente na década passada e nesta, apresentam, em sua maioria, fachadas envidraçadas, permitindo esse contato do ambiente interno com o externo. Os usuários se beneficiam deste contato; no entanto, nota-se que, com a manipulação de dispositivos reguladores de níveis de iluminância natural (persianas, cortinas e outros), esses procuram controlar as condições dos seus próprios ambientes da maneira que mais lhes convém, inclusive minimizando os efeitos indesejáveis da luz solar direta sobre seus planos de trabalho (por exemplo, o ofuscamento).

Embora, para os usuários, a penetração da luz natural em seus locais de trabalho signifique principalmente ganho de qualidade na iluminação pela aproximação às condições naturais, a contribuição da iluminância da abóbada celeste tem sido e deve ser considerada como fator relevante em seu aproveitamento, com vistas à economia no consumo de energia elétrica, pois, segundo Marte (1995), a iluminação artificial nos edifícios é responsável por 30% a 50% desse consumo. Nesse sentido, o arquiteto procura criar, em seus projetos, condições favoráveis ao aproveitamento dessa fonte

luminosa tais como: orientação adequada do prédio em relação à trajetória do sol, realização de cálculos prévios da possibilidade de contribuição da iluminação natural, tanto do ponto de vista do projeto quanto da distribuição estatística das iluminâncias prováveis características da região, especificação de materiais de acabamentos internos e externos que contribuam para a utilização dessa fonte de luz, além de outras providências correlatas.

O que se observa, no entanto, é que, na Arquitetura Contemporânea, a inclusão da luz natural nos projetos é tratada, segundo Scarazatto (1995), mais enfaticamente sob o ponto de vista da estética do que propriamente do ponto de vista qualitativo e quantitativo, tendo como alicerce para esta postura, a disponibilidade de recursos tecnológicos.

Entretanto, para a correta inclusão desse recurso nos projetos, torna-se necessário considerar os efeitos dessa adoção, os quais se relacionam diretamente com a distribuição dos espaços, o conforto dos usuários e o consumo de energia elétrica. Nesse sentido, têm sido desenvolvidas, no Brasil, pesquisas em Avaliação Pós-Ocupação, Conservação de Energia Elétrica, formação de banco de dados de disponibilidade de luz natural em localidades brasileiras, além de outras correlatas, cujos resultados são expressivos e em muito podem auxiliar no processo projetual de edificações.

Por outro lado, a busca da conservação de energia elétrica também se observa através da otimização de sistemas de iluminação artificial, notabilizada pelos grandes avanços na tecnologia de produtos e serviços dessa natureza. Encontramos, hoje, no mercado, produtos de alta qualidade pela sua eficiência. Por exemplo, são desenvolvidas e comercializadas lâmpadas cada vez mais eficientes e específicas; luminárias, cujas formas e materiais são desenvolvidos e aperfeiçoados para o total aproveitamento do fluxo; reatores mais rápidos e com menores perdas energéticas, dentre outros.

Aliada aos recursos de projeto e tecnologia de produtos e serviços de eletricidade, tanto no que diz respeito ao conforto dos usuários quanto à conservação de energia elétrica, a tecnologia da informática introduziu novos conceitos nesse sentido. Os edifícios modernos, principalmente os destinados a escritórios, já contam, hoje em dia, com gerenciamento automatizado do sistema de iluminação. Esse gerenciamento, podendo se apresentar sob diversas formas e níveis de sofisticação, visa, sobretudo, atender às exigências de conforto e economia energética. Os processos podem variar desde a simples programação horária para acender ou apagar lâmpadas automaticamente até controlar também automaticamente os fluxos luminosos, mantendo um equilíbrio constante entre a luz natural e o nível de luz artificial de maneira a atender as determinações de projeto. Além dos processos gerenciados por computador, outros conceitos originados pela modernização de produtos relativos à iluminação também são aplicados com o mesmo objetivo. A exemplo disto, citamos o sistema “TRIOS”, de fabricação da Philips, sobre o qual faremos referências no item 7.2.2.2, pela sua similaridade ao sistema implantado no Edifício “B”, tendo em vista que não dispomos dos dados técnicos daquele.

7.2.2 - CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDOS DE CASO (“A” e “B”).

7.2.2.1 - EDIFÍCIO “A”.

Tomamos, como referência, o 4º pavimento desse edifício para simplificação da análise, visto que, sendo pavimento tipo, neste caso específico há uma tendência das condições se repetirem nos outros andares.

Lembramos que o pavimento tem planta livre (*landscape*), com área aproximada de 1.200 m², com *lay out* flexível e fachadas parcialmente envidraçadas.

Esse edifício, caracterizado como “automatizado”, possui seu sistema de iluminação gerenciado automaticamente, segundo uma programação horária para acender ou

apagar todas as lâmpadas dos escritórios, a menos daquelas de emergência, que permanecem acesas todo o tempo.

O período em que as lâmpadas ficam acesas é das 6h às 20h, ou até enquanto houver pessoas no andar. Esse período se repete nos dias úteis da semana (5 dias) e, eventualmente, nos finais de semana, se necessário.

Os circuitos de iluminação no referido andar bem como nos demais tipos, se apresentam como na fig.7.1 a seguir.

```
*MSG* 01/11/96 14:42:42 Thu  ILUMINACAO: PAVIMENTO 4
Host 00 (CR)
Printing (press ESCape to cancel), please stand by...
```

Fig. 7.1-Circuitos de Iluminação do Edifício “A

Fonte: Cópia da Tela do Computador (gerenciador) fornecida pela administração do edifício (sem escala).

Esta figura foi extraída da tela do computador (gerenciador), componente do sistema implantado no Edifício “A” e mostra esquematicamente a disposição dos circuitos no 4º pavimento.

Através do gerenciador se pode monitorar o sistema de iluminação, composto por seis (6) circuitos independentes, checar suas condições instantâneas (ligado ou desligado), detectar alguma avaria e, ainda, intervir, através de comandos de operação, ligando ou desligando algum circuito solicitado.

O sistema de automação desses circuitos se compõe fisicamente de temporizadores, contadores e unidade lógica, contendo *software* de supervisão que compara os dados de entrada com parâmetros preestabelecidos e, se necessário, ativa programas de otimização e regulação de consumo de energia elétrica. Apenas uma das placas sistemas da unidade lógica (REMOTA) situada no 4º andar controla todos os circuitos de iluminação desse pavimento, sendo que, após cada tomada de decisão (em operação constante), envia ao processador central, informações sobre os comandos de atuação efetuados, possibilitando ao operador supervisionar o funcionamento do sistema de iluminação ou mesmo interferir, caso haja necessidade.

O sistema de gerenciamento da iluminação, assim como os demais, não constitui fato isolado; apresenta interfaces com outros sistemas e, mais especificamente, com o controle da demanda e consumo de energia elétrica, além do sistema de combate a incêndios. Por exemplo, em possíveis situações de emergência, quando há alarme de incêndio e o fato é constatado, automaticamente os circuitos de iluminação são desligados, permanecendo acesas apenas as lâmpadas de emergência. O desligamento do sistema de iluminação, entretanto, não é o primeiro a ser desativado em casos de emergência; a sequência de desativação dos sistemas prediais gerenciados segue uma ordem de prioridades estabelecidas a qual se encontra inserida nos *softwares* de automação.

O sistema de iluminação desse edifício não leva em conta a contribuição da luz natural, visto que todas as lâmpadas permanecem acesas durante todo o expediente de trabalho, sem alteração em seus fluxos. As características específicas dos

componentes desse, bem como dos elementos do *lay out* e outros interrelacionados a esse aspecto são destacados no item referente à avaliação de desempenho (7.2.3), para facilitar a compreensão da correspondência de valores e índices atribuídos às variáveis de algoritmos utilizados.

7.2.2.2 - EDIFÍCIO “B”.

Como no edifício “A”, escolhemos um pavimento do edifício “B” para esta análise (5º andar). A escolha desse pavimento tem como precedentes não só a sua repetitividade por ser pavimento tipo, como também suas peculiaridades com relação ao sistema de iluminação implantado atualmente.

Suas lajes livres, cada uma com área aproximada de 1.350 m², com ocupação de escritórios da ordem de 72% dessa área e *lay out* flexível, são envolvidas por grelhas estruturais com vãos envidraçados.

O atual sistema de iluminação artificial implantado no prédio não apresenta características de automação. As operações sobre esse sistema são manuais, em quadros de distribuição próprios, localizados em cada andar.

Desde a época da construção do prédio até o início da ocupação pela atual empresa, há cerca de três (3) anos, foi implantado gerenciamento automatizado do sistema de iluminação, tendo como fundamento a associação das duas fontes de luz: natural e artificial. Isto é, através de controles fotoelétricos gerenciados por computador, as lâmpadas mais próximas às janelas eram desligadas quando o nível da iluminância interior, devido à luz natural, excedia à determinada em projeto. Essa experiência, no entanto, mostrou resultados desfavoráveis devido à resistência dos usuários, sendo que, a cada vez que as lâmpadas se apagavam o operador recebia reclamações e solicitações de reacendimento. O Manual de Iluminação da Philips (1986), faz referência a esse tipo de reação por parte dos usuários, dizendo que esse comportamento é bastante comum e sugere que uma solução mais satisfatória seria o

desligamento das lâmpadas quando o nível de iluminância natural excedesse o de projeto por um fator de 1,5 ou 2.

Não obstante esses fatos ocorram, existe uma preocupação constante com a conservação de energia nesse edifício. O corpo técnico-administrativo está desenvolvendo estudos de viabilidade de implantação de sistemas otimizados com esse objetivo. Como exemplo concreto desse empenho, implantou-se no 5º andar, a título de experiência, um sistema de iluminação controlado por um sistema (de marca PACIFIC), similar ao “TRIOS” já referido anteriormente. Sobre o sistema implantado não temos informações técnicas; entretanto, dada a similaridade com o sistema da Philips, fazemos referência a este, como exemplo ilustrativo. Trata-se de dispositivo de controle multifunção com modelos específicos para cada função, tais como: função apenas de liga/desliga, de liga/desliga e dimerização, controle programável de liga/desliga e dimerização. Neste caso, o modelo similar utilizado é o do tipo liga/desliga, em conexão com sensores de presença (infravermelho passivo), que atua (acende as lâmpadas) ao menor movimento detectado. As especificações indicam que cada sensor pode detectar o mínimo deslocamento dentro de uma área oval de 6m x 4m; é instalado no forro e dotado de um temporizador ajustável para intervalos variados sendo que, neste caso, o ajuste é para 15 minutos; isto significa que, depois de cessado qualquer movimento, as lâmpadas se apagam depois desse intervalo. Esse sistema tem autonomia para funcionamento, mas, os modelos mais avançados são programáveis e capazes de ajustar, via microcomputadores, os parâmetros de controle para requisitos específicos de iluminação. Segundo o fabricante, com esse tipo de controle pode-se conseguir índices de 50% ou mais de economia de energia elétrica. De acordo com a administração do edifício, foi conseguida, com a implantação desse sistema, uma economia estimada em 10% no consumo referente ao 5º andar.

Foto 7.1 - Detalhes Do Sistema Trios
Fonte: Catálogo Técnico - Philips Iluminação

A figura 7.2 abaixo representa o sistema de iluminação artificial do 5º pavimento, com as áreas de cada setor controlado destacadas. Observamos que as áreas não são homogêneas quanto às suas dimensões. Supomos, portanto, pelas características dos sensores, que nas áreas maiores existam vários deles distribuídos e com funcionamento simultâneo.

Fig. 7.2 - Circuitos de Iluminação controlados automaticamente.

Fonte: Figura gerada de arquivo básico de Autocad, fornecido pela administração do edifício, complementada por Leite, B. C. C.

7.2.3 - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDOS DE CASO.

Procedemos à avaliação de desempenho dos sistemas de iluminação implantados nos edifícios estudos de caso, tendo como referência os pavimentos tipo escolhidos, os quais apresentam ambientes de escritórios variados, definidos pelos limites de divisórias, repetitivos no andar, de modo a possibilitar uma projeção para o andar todo e, conseqüentemente, para todos os pavimentos tipo

A seguir, apresentamos de forma sequencial os passos seguidos para o procedimento da avaliação de desempenho dos sistemas de iluminação nos referidos ambientes.

7.2.3.1 - ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL ATRAVÉS DE DADOS EXPERIMENTAIS.

7.2.3.1.1 - PROCEDIMENTO

Seleção dos Ambientes Analisados.

Os ambientes escolhidos para análise foram determinados em plantas atualizadas por ocasião da escolha. Foram destacados três (3) ambientes no edifício “A” (casos 1 a 3) e quatro (4) no edifício “B” (casos 1 a 4) que apresentam condições diversas entre si tais como: disposição e tipo de mobiliário, localização dos planos de trabalho dentro do ambiente, área limitada pelas divisórias, localização da área com relação à envoltória com vistas à maior possibilidade de incidência da luz solar. (Ver figs. dos itens 7.2.3.1.2 (A) e 7.2.3.1.3 (A))

A análise da contribuição da luz natural nesses ambientes foi feita através da comparação dos valores medidos de níveis de iluminância interna e externa aos edifícios com o parâmetro de referência FLD (Fator de Luz Diurna), calculado pelo método proposto pela Norma DIN 5034 / 1982 - *Luz Natural em Interiores*, seguindo procedimento proposto por Alucci (1992), onde a autora comenta que “praticamente toda documentação técnica ou normativa produzida na área de iluminação natural considera a orientação formulada pelo CIE - *Comission Internationale de L'Eclairage*, entidade internacional que congrega e orienta as distintas instituições normativas de todo o mundo” (Alucci, 1992, p. 165). Este método foi utilizado também por Magalhães (1995), em experiência com modelos reduzidos, realizando, inclusive, simulações com programa específico, o qual opera com a variável FLD. Optamos pela utilização deste método por ser considerado como a forma mais real de medir a luz natural.

De acordo com a opinião de Magalhães (1995), o FLD, sendo a razão entre a iluminância interna e externa, sob um céu encoberto, desobstruído, com uma distribuição de luminâncias suposta ou conhecida e expressa em porcentagem, tem a vantagem em sua utilização pelo fato de que permanece constante mesmo que varie a luminosidade externa, entretanto, desde que esta seja medida sem a incidência direta da luz solar.

Dos processos de cálculo de iluminação natural existentes, a autora acima referida destaca os métodos matemáticos :Métodos de Lúmen e o Método de Transferência de Fluxo, os quais determinam valores absolutos; destaca também o Método do Fator de Luz Diurna, que fornece valores relativos. Além disto, a autora faz referência aos processos gráficos, como por exemplo, o diagrama de Waldram, usado frequentemente para medir a iluminação direta no interior de uma edificação.

Na elaboração desta análise, adotamos, como referência, índices apresentados na NBR 5413 / 1982 e método de cálculo para determinação da iluminância em plano horizontal desobstruído proposto pela norma DIN 5034 já referida. As etapas seguidas para o procedimento da análise da contribuição de iluminação natural nos ambientes foram as seguintes:

a) - Determinação das condições de conforto luminoso (Identificação do nível de iluminância).

Para tarefas com requisitos visuais normais em escritórios, a NBR 5413 / 1982 recomenda um nível de iluminância na faixa de 500 a 1000 lux, sendo que, para a escolha do valor adequado, segundo a norma referida, é necessário analisar fatores relativos aos usuários, dando um peso a cada requisito, conforme tabela abaixo:

Tab. 7.1 - Pesos que devem ser associados ao ambiente (e seus usuários), na escolha do nível de iluminância adequado.

Fonte: Alucci (1992, p.173) - adaptada pela autora da dissertação.

Característica da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e Precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70 %	30 a 70 %	Inferior a 30 %

Considerando que:

- Idade da maioria dos usuários inferior a 40 anos ☒ peso = -1
- Velocidade e precisão da tarefa importante ☒ peso = 0
- Refletância > 70% (valor estimado a partir da tab. 88, pg. 87, Alucci, 1992) ☒ peso = -1

S pesos = -2

De acordo com o quadro 7.1 abaixo, determinamos o nível de iluminância adequado.

Quadro 7.1 - Critério para escolha do nível de iluminância recomendado pela NBR 5413.

Fonte: Alucci (1992, p. 173) - adaptado pela autora da dissertação.

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
utilizar valor mínimo		utilizar valor médio da iluminância			utilizar valor máximo	

Sendo a somatória dos pesos igual a **-2**, o nível adotado é de **500 lux**, o qual foi utilizado como valor de referência.

b) - Elaboração de gráficos de FLD x EFC com valores típicos de São Paulo.

FLD = Fator de Luz Diurna

EFC = Eficiência Luminosa

Com base nos dados da eficiência (frequência de ocorrência) dos vários níveis de iluminância na cidade de São Paulo, destacados nas tabelas a seguir, nas condições de céu encoberto e céu claro, elaboramos os gráficos 7.1 e 7.2, destacando as curvas referentes a 500 lux, 400 lux e 300 lux, sendo: **FLD** = **Eg / Eh (%)**, onde:

Eh = iluminância em plano horizontal exterior desobstruído (lux).

Eg = iluminância no plano de trabalho (lux) definida conforme procedimento citado anteriormente (500 lux).

Fig. 7.3 - FLD: relação entre a iluminância no plano de trabalho (Eg) e a iluminação no plano exterior (Eh).

Fonte: Alucci (1992, p. 176)

Tab. 7.2 - Tabela de frequência de ocorrência de iluminância externa em plano horizontal desobstruído, na cidade de São Paulo

CÉU ENCOBERTO

> 5 000	87 %
6 000	84 %
8 000	78 %
10 000	70 %
12 000	64%
14 000	47%
15 000	43%
16 000	33%
18 000	23%
20 000	11%

Fonte dos dados:
Alucci,
1992.

Tab. 7.3 - Tabela de frequência de ocorrência de iluminância externa em plano horizontal desobstruído na cidade de São Paulo

CÉU CLARO

5 000	87%
10 000	81%
15 000	78%
20 000	74%
30 000	64%
40 000	57%
50 000	40%
60 000	25%
70 000	20%
80 000	8%
90 000	
100 000	

GRAFICO 1-C+U ENCOBERTO

Gráfico 7.1 - Eficiência luminosa típica da região de São Paulo (céu encoberto).
 Obs.: Gráfico feito a partir dos dados da tabela 7.2 acima.

GRAFICO 2 - CEU CLARO

Gráfico 7.2 - Eficiência luminosa típica da região de São Paulo (céu claro).
 Obs.: Gráfico feito a partir dos dados da tabela 7.3 acima.

7.2.3.1.2 - CÁLCULOS E ANÁLISES REFERENTES AO EDIFÍCIO “A”.

A - Características básicas dos elementos constituintes dos ambientes analisados.

Os escritórios têm suas áreas limitadas, em sua maioria, por divisórias baixas ($h = 1,02$ m e $h = 1,62$ m); com espessura de 10 cm revestidas por tecido marrom. A fachada apresenta 40 % de envidraçamento composto por caixilhos metálicos e vidros refletivos de 10 mm de espessura, com transmitância luminosa de 27,4 %, mantidos sempre limpos, e, em igual proporção há presença de persianas na cor gelo, que podem ser manipuladas pelos usuários. Quanto ao mobiliário, é formado por bancadas ou mesas onde estão dispostos terminais de computadores e demais objetos de escritório e constituem, por sua vez, os planos de trabalho; são revestidos com fórmica texturizada na cor gelo. Há ainda armários de altura $h = 1,62$ m, também em fórmica texturizada gelo, substituindo divisórias. Apresenta, ainda, piso elevado metálico (a 20 cm acima da laje) revestido por placas de carpete cinza; forro metálico perfurado com acabamento em epoxi, na cor gelo, formado por placas moduladas de 1,25 m x 1,25 m instaladas a 1,10 m abaixo da laje de cobertura do pavimento; a alvenaria perimetral é pintada internamente com tinta látex branca.

As figuras 7.5 a 7.7, mostram os casos selecionados mais detalhadamente.

Fig.7.6 - Detalhes esquemáticos do caso 1, do Edifício “A”. (● ponto de referência para as medidas).

Fig. 7.7 - Detalhes esquemáticos do caso 2, do Edifício “A”. (● ponto de referência para as medidas).

Fig.7.8 - Detalhes esquemáticos do caso 3, do Edifício “A”. (● ponto de referência para as medidas).

B - Análise referente à contribuição da iluminação natural.

A análise em questão se baseou nos valores constantes das tabelas de FLD (tab. 7.6) calculados a partir dos dados das tabelas 7.4 e 7.5, relativas às medidas de iluminação natural realizadas interna e externamente ao edifício, bem como nos dados das últimas referidas; as três tabelas se encontram no anexo desta dissertação.

A verificação dessa contribuição foi feita a partir dos pontos P, tomados como referência inicial, seguindo em direção às janelas, com o objetivo de definir a variação da eficiência luminosa (EFC) segundo as linhas de medidas (L).

Observamos, pelos valores medidos que, a uma distância aproximada de 3,20 m da janela os valores de FLD são muito baixos; por exemplo, no caso 1, o $FLD = 0,3\%$, valor obtido da relação $Eg/Eh = (111 \text{ lux}/37200 \text{ lux}) \times 100$ (vide tab. 7.6). Situação semelhante se observa nos demais casos, a essa mesma distância.

Observamos, no entanto, que, uma faixa perimetral da ordem de 1,20 m de largura, situada junto às fachadas norte e oeste, parece oferecer condições favoráveis ao aproveitamento da contribuição da iluminação natural, visto que apresenta níveis médios de iluminância suficientes, acima de 500 lux (caso 1 e caso 2), enquanto, nas

condições de céu claro, o nível de iluminância da abóboda celeste é cerca de 35.000 lux, caracterizando uma eficiência média de 65% e FLD médio = 1,7%; isto quer dizer que, pelo menos durante a metade do tempo, poder-se-ia dispensar a iluminação artificial nessa faixa. Segundo as condições atuais de iluminação artificial (vide fig. 7.14, do item 7.2.3.2.1), pelo menos a linha de luminárias circulares mais próxima às janelas poderia ser desligada durante a metade do tempo de ocupação, o que traduz em otimização do sistema implantado, significando uma economia de energia elétrica da ordem de 5% (conforme cálculo a seguir).

Para a faixa perimetral de 1,20 m de largura, contando com a contribuição da iluminação natural e supondo que a linha de lâmpadas mais próxima às janelas das fachadas norte e oeste fosse desligada 50% do tempo, o consumo de energia elétrica para cada pavimento tipo de escritórios seria: $CEE = CEE1 + CEE2$, sendo CEE1 o consumo de energia elétrica na metade do tempo de ocupação contando com a iluminação natural e CEE2 o consumo durante a metade do tempo considerando todas as lâmpadas acesas, de acordo com o procedimento abaixo, proposto por Alucci (1992).

Com o valor da **EFC** (eficiência luminosa do ambiente) extraído do gráfico 7.1, (referente ao **FLD** calculado com os valores das medidas) procedemos à análise da contribuição da iluminação natural até o ponto considerado; para o cálculo do consumo de energia elétrica para o pavimento (área de escritórios), utilizando-se o algoritmo abaixo, levamos em conta a análise das medidas realizadas (destacadas anteriormente) referente à área efetiva com eficiência luminosa significativa.

$CEE1 = (Pot \times T/2 \times A1 + Pot \times T/2 \times (1 - EFC) \times A2) / 1000$ (Kwh/mês), onde:

$CEE2 = Pot \times T/2 \times A$

Pot = potência do sistema de iluminação artificial, em W/m² (valor extraído do projeto de iluminação do edifício);

T = tempo total de ocupação do edifício durante o mês, em número de horas/mês; (dado fornecido pela administração);

A1 = área de piso onde a iluminação é necessária todo o tempo;

A2 = área do piso onde a iluminação natural é igual a EFC calculado com os dados das medidas;

A = área total de piso por pavimento;

EFC = eficiência luminosa determinada pelos resultados das medidas.

O pavimento é dotado de luminárias padronizadas de metal reflexivo (1,25 m x 0,40 m), contendo, cada uma, 2 lâmpadas fluorescentes com potência de 32 watt cada, distribuídas homogeneamente no forro, sendo 160 conjuntos de 2 lâmpadas para 900 m² de piso; no perímetro da fachada oeste e também a uma distância média de 11 m, paralelamente à mesma fachada, encontram-se luminárias circulares com 2 lâmpadas do tipo PL, com potência de 9 watt cada, perfazendo um total de 28 luminárias para 100 m², aproximadamente. Os conjuntos são dotados de reatores convencionais.

FLD médio (das medidas) no centro da faixa = 1,7%

EFC = 65% (extraído do gráfico da fig.4.7)

Pot = 10 w/m² (extraído do projeto de iluminação)

T/2 = 140 h/mes (dado fornecido pela administração do edifício)

A1 = 967 m² (extraído do projeto arquitetônico)

A2 = 103 m² (extraído do projeto arquitetônico)

A = 1070 m²

Obs.: para os cálculos seguintes, não foi considerada a perda de energia nos reatores.

CEE1 = $((10 \times 140 \times 967) + (10 \times 140 \times (1 - 0.65) \times 103)) / 1000 = \mathbf{1354}$
kwh/mes/pavimento

Durante a segunda metade do tempo, considerando todo o sistema de iluminação artificial em operação:

CEE2 = $\text{Pot.} \times \text{T/2} \times \text{A} = 10 \times 140 \times 1070 = \mathbf{1500}$ **kwh/mes/pavimento**,
 aproximadamente.

A soma dos dois valores, que corresponde ao dia todo, é **CEE** = **CEE1** + **CEE2** =
2854 kwh/mes/pavimento.

A condição atual de uso é 100% do tempo de ocupação com o sistema de iluminação artificial operante. Isto significa um consumo de aproximadamente **3000 kwh/mes/pavimento**. Comparando-se os valores de consumo atual e otimizado, concluímos que, apenas com essa intervenção, se poderia conseguir uma economia de pelo menos **5%**. A economia parece ser significativa diante das possibilidades de intervenção existentes, tanto a nível de projeto de edifícios semelhantes quanto ao nível de *retrofit* possível de se realizar no próprio edifício estudo de caso.

Esta análise não leva em conta o efeito de desconforto gerado pela abertura total das persianas (por exemplo: ofuscamento pela incidência direta dos raios solares).

7.2.3.1.3 - CÁLCULOS E ANÁLISES REFERENTES AO EDIFÍCIO “B”.

A - Características básicas dos elementos constituintes dos ambientes analisados.

Os pavimentos tipo desse edifício apresentam características semelhantes às do edifício “A” no que se refere à flexibilidade de *lay out* e tipos de divisórias, diferindo apenas nas cores do revestimento dessas, sendo algumas da cor vinho, outras cinza claro e as demais de uma cor obtida do entrelaçamento de fios cinza e vinho. A fachada, composta por grelhas estruturais em concreto armado e revestidas por granito polido rosa, apresenta 48 % de envidraçamento composto por caixilhos metálicos pintados de preto e vidros refletivos de 10 mm de espessura, com características de transmitância luminosa de 27,4% e limpos. Internamente, existem persianas na cor gelo, que podem ser manipuladas pelos usuários apenas quanto à angulação de suas aletas. O mobiliário (bancadas ou mesas onde estão dispostos terminais de computadores e demais objetos de escritório) representam os planos de trabalho; alguns são revestidos com fórmica texturizada na cor gelo e outros em madeira de lei clara (cerejeira). Há ainda situações em que armários de altura $h = 1,62$ m, também em fórmica texturizada gelo, substituem as divisórias. Os pisos são revestidos por carpete cinza; o forro, metálico tem acabamento em epóxi na cor gelo,

é composto por placas moduladas de 1,25 m x 1,25 m instaladas a 2,70 m acima da laje de piso; o fechamento dos vãos abaixo dos caixilhos e acima da laje de piso é constituído externamente por placas de vidro jateado de 10 mm de espessura e, internamente, os vãos são vedados por placas de madeira revestidas por laminados melamínicos na cor gelo, no lado voltado ao ambiente, em posições tais que, entre o vidro jateado e as placas de madeira, fica um espaço livre da ordem de 7,5 cm ao longo de todo o perímetro.

Pela fig. 7.9, visualiza-se o lay out do 5º pavimento com os casos seleccionados e linhas de medições destacados. As figuras de 7.10 a 7.13 mostram, em detalhe, os referidos casos.

Fig. 7.9 - Planta do pavimento tipo do Edifício “B”, com *lay out* contendo os casos analisados e linhas indicativas de pontos medidos em destaque (figura gerada de arquivo básico de Autocad, fornecido pela administração do edifício, complementada por Leite, B. C. C.)

Fig. 7.10 - Detalhes esquemáticos do caso 1, do Edifício “B”. (● ponto de referência para as medidas).

Fig. 7.11 - Detalhes esquemáticos do caso 2, do Edifício “B”. (● ponto de referência para as medidas).

Fig. 7.12 - Detalhes esquemáticos do caso 3, do Edifício “B”. (● ponto de referência para as medidas).

Fig. 7.13 - Detalhes esquemáticos do caso 4, do Edifício “B”. (● ponto de referência para as medidas).

Cabe ainda destacar que as fachadas nordeste e sudeste do edifício “B” sofrem influência de obstruções externas caracterizadas pela existência de edifícios altos localizados próximos a esse.

As tabelas que contêm os dados referentes às medidas de iluminação natural internas e externas - tab. 7.7 e 7.8 e de FLD (tab. 7.9), calculados a partir dos dados das duas primeiras, se encontram no anexo desta dissertação.

B - Análise referente à contribuição da iluminação natural.

Como no edifício “A”, os pontos referentes à distância de 3,20 m das janelas do edifício “B”, também não apresentam eficiência luminosa suficiente, segundo os resultados das medidas.

Levando-se em conta que naquele edifício (A), uma faixa perimetral de 1,20m de largura apresenta condições favoráveis ao aproveitamento da luz natural, partimos do suposto que o edifício “B” pudesse apresentar resultados compatíveis àqueles, dadas algumas coincidências de componentes dos edifícios e tipos de *lay out*. Sendo assim, procedemos à análise de uma faixa de largura de 1,20m, também próxima às janelas, quanto às mesmas possibilidades. Observamos, pelas medidas, que, na data de realização dessas, haviam excelentes condições quanto ao nível de iluminamento interno devido somente à luz natural. O valor médio nos quatro casos, nos três horários das sessões de medidas, é em torno de 1000 lux; entretanto, esse valor não significa eficiência suficiente naqueles pontos, visto que, em comparação com os valores das medidas externas, apresenta relação de 1,0%, o que corresponde a uma eficiência de 40%, para céu claro. Isto quer dizer que, a partir de nível externo da ordem de 50.000 lux, se obtém 500 lux internamente, na faixa referida acima; no entanto, esse nível externo, ocorrendo apenas 40% do tempo e somente nas condições de céu claro, talvez não justificasse a eliminação da fila de luminárias mais próxima às janelas; eliminação essa, com vistas à economia no consumo de energia elétrica.

7.2.3.2 - ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL BASEADA EM DADOS COLETADOS ATRAVÉS DE MEDIÇÕES.

A análise do conforto visual nos edifícios estudos de caso, foi realizada com base em dados experimentais coletados segundo mapeamentos de pontos medidos, conforme as figuras 7.14 e 7.15, apresentadas no próximo sub-item.

As tabelas referentes a este assunto (Tabs. 7.10 a 7.13) apresentam os valores das médias de iluminamento (**I**), sugeridos pela **NBR 5382/1977, Verificação do Nível de Iluminamento de Interiores - Método de Ensaio**, cuja fórmula foi extraída da norma referida acima e se aplica a todas as tabelas de iluminação artificial + natural, referentes aos edifícios “A” e “B”. Essas tabelas se encontram no anexo desta dissertação.

$I = (A (M - 1) (N - 1) + B (M - 1) + C (N - 1) + D) / MN$, onde:

I = Iluminamento médio do campo de trabalho;

M = Número de fontes por fileira;

N = Número de fileiras de fontes de luz;

A = Média aritmética dos pontos do centro e deslocados do centro;

B = Média aritmética dos pontos da periferia, no sentido do comprimento do ambiente;

C = Média aritmética dos pontos da periferia, no sentido da largura do ambiente;

D = Média aritmética dos pontos do canto.

7.2.3.2.1 - EDIFÍCIO “A”.

A figura 7.14 a seguir, representa a distribuição das luminárias no forro do 4º pavimento do edifício “A” e a localização dos pontos medidos está marcada de acordo com a legenda. Os valores das medidas realizadas nos referidos pontos se encontram nas tabelas (7.10 e 7.11) nas condições destacadas abaixo de cada uma.

Fig. 7.14 - Distribuição das luminárias no forro e mapeamento dos pontos medidos, no Edifício "A".

Fonte: Figura gerada de arquivo básico de Autocad fornecido pela administração do edifício e complementada por Leite, B. C. C.

Pelos resultados das medidas de iluminação artificial realizadas nas condições preestabelecidas e de acordo com os procedimentos descritos no item 7.1 deste capítulo, observamos que os níveis de iluminamento médios (**I**) nos setores analisados e destacados na figura 7.14, apresentam valores compatíveis com as exigências para as tarefas desenvolvidas, ou até superiores (de 595 a 901 lux). Estes índices se referem ao resultado da associação do sistema de iluminação artificial operando com toda a sua capacidade e o máximo de contribuição da fonte natural possível, tendo em vista as características construtivas do prédio, no período de 12 às 14 h. Os valores médios dos níveis obtidos das medidas nas condições de uso (tabela 7.11), não revelaram grandes variações, a menos do setor C (de 901 para 601 lux).

Como já citado no item 1 deste capítulo, os usuários procuram controlar as condições de conforto dos seus ambientes à medida do possível e, no que tange ao conforto visual, o ambiente é controlado pelo manuseio de persianas internas. Este fato tende a se verificar pelo resultado da comparação, não só dos valores médios (**I**), como também valores individuais referentes às medidas feitas próximas às janelas que, na condição de iluminação total (natural + artificial), apresenta níveis variando de 800 a 2100 lux e, na condição usual, há uma tendência à homogeneização de valores (por volta de 600 lux). Tendo em vista que a sequência de medidas foi: setor A, setor B e setor C, sendo que no último a sessão foi realizada no horário mais próximo de 14 h e a localização do referido setor é oeste, supomos que o decréscimo nos valores referentes aos pontos 1, 2, 5, 7, 10, 11, 13 e 14 (marcados no mapa da fig.7.14) se deva aos ajustes feitos pelos usuários, em função da incidência direta dos raios solares que proporcionam ofuscamento, não só nos planos de trabalho como também nas telas dos monitores de vídeo dos computadores existentes no local. Situação semelhante também se observa nos demais setores, de acordo com as medidas de “periferia” feitas próximas às janelas, as quais indicaram, àquele momento e na condição de iluminação total, índices superiores aos necessários à tarefa específica desenvolvida.

Os valores referentes aos pontos mais distantes das janelas (setor A: periferia - medida 1 e canto 2; setor B: periferia 3 e canto 2; setor C: ponto 12) indicam que as áreas mais centrais do pavimento não são visualmente confortáveis, visto que os níveis de iluminamento, mesmo na condição de iluminação total (artificial + natural),

não são compatíveis com os requeridos pela tarefa desenvolvida, chegando, em alguns pontos, a pouco mais de 200 lux.

A faixa intermediária entre a periferia e o centro do pavimento apresenta níveis satisfatórios de iluminância, sendo que esses não sofrem variações significativas devidas à mudança nas condições (de uso para total). Isto pode significar que não há contribuição da iluminação natural nessa faixa, como, inclusive, foi mostrado no item 7.2.3.1.2 (B).

7.2.3.2.2 - EDIFÍCIO “B”.

A figura 7.15 a seguir, representa a distribuição das luminárias no 5º pavimento desse edifício. Essas se encontram instaladas no forro, com disposição característica de iluminação geral. Cada luminária, em chapa de aço, com rasgos para retorno e insuflamento de ar-condicionado, com acabamento em epóxi branco, características de reflexão e com aletas anti-ofuscantes, aloja duas lâmpadas fluorescentes de 32 watt de potência, cujo fluxo luminoso médio é da ordem de 2.600 lúmens. A área do pavimento ocupada por escritórios conta com 288 pontos de luz, perfazendo um total de 576 lâmpadas, o que significa 1 lâmpada para cada 1,7 m² de escritório; os reatores utilizados são do tipo convencionais.

A figura abaixo representa a distribuição das luminárias instaladas no forro do pavimento analisado.

Fig. 7.15 - Distribuição das luminárias no forro e mapeamento dos pontos medidos, no Edifício “B”.

Fonte: Figura gerada de arquivo básico de Autocad fornecido pela administração do edifício e complementada por Leite, B. C. C.

Da comparação entre os valores das medidas de iluminação artificial + natural realizadas nas condições de uso e totais (destacadas abaixo de cada tabela), observamos que as médias calculadas para os setores analisados indicam uma homogeneidade na distribuição do fluxo luminoso por todo o pavimento; entre as duas condições notamos pequenas diferenças entre as medidas correspondentes que parecem ser devidas à variação nas datas das medições (condições de uso, no verão e totais, no inverno), embora ambas tenham sido feitas com céu encoberto.

De uma maneira geral, os valores encontrados são superiores aos recomendados por norma, com índices, em sua maioria, acima de 900 lux, com exceção daqueles ambientes menores, delimitados por divisórias até o teto (setores de 2 a 6 e 9), que apresentaram índices mais baixos que os demais setores, embora também acima de 500 lux,

Pela figura 7.15, que mostra a distribuição das luminárias no forro, nota-se que as filas de luminárias mais próximas às janelas contam com menos pontos de luz que as demais, visto que há uma interpolação entre esses e os pilares do edifício. Talvez devido a esse fato, as medidas realizadas mais próximas à periferia tenham apresentado valores inferiores aos centrais, embora também acima de 500 lux. Esta suposição também se baseia no diagnóstico relativo à contribuição da iluminação natural, apresentado anteriormente, no qual comentamos que na faixa periférica de 1,20 m de largura, não há eficiência luminosa significativa, principalmente na situação de céu encoberto; portanto, há indícios que os valores de iluminação artificial + natural, obtidos das medições nas duas condições estabelecidas, representem mais efetivamente a contribuição da luz artificial.

Apesar das diferenças de valores correspondentes entre as duas medidas como também entre pontos situados em locais diferenciados, essas não chegam a definir zonas distintas de níveis de iluminação.

O diagnóstico referente a essa análise face ao comportamento do usuário com relação ao conforto visual, diagnosticado no capítulo anterior, tende a indicar que a manipulação das persianas ocorre, principalmente, com o propósito de contato com o exterior ou, ainda, ganho de qualidade na iluminação dos seus ambientes, representada pela adição do componente natural.

7.2.4 - CONCLUSÕES PARCIAIS.

Como pode ser observado pelos itens anteriores, os edifícios “A” e “B” foram analisados individualmente, embora tenhamos focado os mesmos aspectos em ambos os estudos de caso, utilizando procedimentos idênticos.

Os diagnósticos indicaram desempenhos distintos para os dois edifícios; isto é, no que se refere ao aproveitamento da contribuição da luz natural para iluminação dos ambientes e, conseqüentemente, otimização do sistema de iluminação artificial com vistas à conservação de energia, as características do edifício “A” parecem ser mais favoráveis que as do edifício “B”. Para essa comparação, porém, ressaltamos que as medidas de iluminação total (natural + artificial) realizadas neste, ocorreram de forma um pouco diversas da condição em que foram realizadas no primeiro (posição das persianas). No entanto, isto não significa prejuízo para as análises a que procedemos.

Verificamos, outrossim, que ambos apresentam condições para a otimização dos sistemas de iluminação, dadas as suas características arquitetônicas e as possibilidades tecnológicas existentes no mercado; além dos sistemas já adotados nos estudos de caso e referidos anteriormente, existem outros que, inclusive, levam em conta o aproveitamento da iluminação natural. Esses, operam basicamente através de controladores de fluxos luminosos, gerenciados por *softwares* de automação específicos, utilizando elementos específicos, tais como lâmpadas e reatores dimerizáveis; contudo, o emprego desse tipo de sistema se torna relativamente complexo quando se toma como referência para a programação de equilíbrio desses, níveis propostos pelos usuários.

Como indicativos para subsidiar a escolha do sistema mais adequado para o controle do sistema de iluminação dos edifícios, consideramos mais importantes aqueles que se referem às condições atuais de níveis de iluminamento nos ambientes (atualmente acima do necessário no edifício “B” e falta de uniformidade no edifício “A”), sendo, basicamente, devidos à fonte artificial, bem como as possibilidades de

aproveitamento da luz natural. Entretanto, esses indicativos não podem ser considerados desvinculados da opinião dos usuários, visto que sua satisfação tem uma relação direta com as decisões finais sobre essa escolha.

Todavia, os resultados que apresentamos constituem parte dos elementos necessários a uma escolha adequada do sistema a ser implantado em edifícios, apesar de serem fundamentais, não só sob o ponto de vista técnico, como também do humano, já que envolve incondicionalmente as sensações dos usuários. A decisão final sobre a escolha do sistema envolve muitas outras variáveis, as quais não fazem parte do escopo desta pesquisa. Como exemplo, citamos os custos dos sistemas que, para o empreendedor, são, não raras as vezes, o fator mais importante.

Em resumo, concluímos que, os edifícios analisados apresentam condições favoráveis à implantação de sistemas automatizados com vistas à conservação de energia elétrica e este fato é do conhecimento das administrações de ambos, visto que medidas nesse sentido têm sido tomadas. Entretanto, sob o ponto de vista técnico, os sistemas implantados podem ser otimizados, buscando-se alternativas que considerem a contribuição da fonte natural de iluminação.

Esta conclusão reforça a adequação do método adotado para esta avaliação. Os procedimentos adotados, específicos de Avaliação Pós-Ocupação, nos possibilitaram, satisfatoriamente, atingir os objetivos propostos, no que se refere ao aspecto do conforto luminoso, bem como do levantamento de indicadores que podem auxiliar, tanto em possíveis *retrofits* como também na elaboração de novos projetos semelhantes.

7.3 - CONFORTO TÉRMICO.

7.3.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.

A opinião dos usuários desses edifícios tem hoje um peso significativo nas avaliações de desempenho. Essas deixam de ser puramente técnicas, tendo em vista que o comportamento dos usuários tem relação direta com os resultados finais de desempenho do conjunto formado pela edificação e as pessoas que a ocupam.

No caso específico desta pesquisa, edifícios de escritórios automatizados, um elemento adicional também foi considerado: o controle automático dos sistemas prediais que promovem o conforto térmico nos ambientes de trabalho climatizados artificialmente. Esse elemento caracteriza inovações tecnológicas que carecem ter seus efeitos avaliados, tendo em vista que seu emprego visa boas condições de conforto com um gasto mínimo de energia elétrica.

A análise do conforto térmico nos dois edifícios estudados de caso teve como ponto de partida as sensações dos usuários, manifestadas pelas suas opiniões nos questionários. Como já referido no capítulo 7, item 7.5 (diagnósticos preliminares), as condições ambientais relativas à temperatura, umidade do ar e ventilação, representam fonte de descontentamento para os usuários, principalmente no que se refere às diferenças de temperatura existentes em um mesmo pavimento.

Este fato se torna compreensível, considerando-se que a flexibilidade proporcionada pela arquitetura caracterizada por lajes livres e malhas de piso (cabearios de energia elétrica, telefonia e dados), permitem constantes mudanças de *lay out*, tanto na sua distribuição quanto nas alturas de suas divisórias. Essas mudanças provocam um “desbalanceamento” do ar-condicionado, comprometendo seu desempenho, ocorrendo, ao final, as diferenças de temperatura sugeridas pelos usuários.

O projeto de ar-condicionado é elaborado considerando uma ocupação pré-definida. Uma vez dimensionado, instalado e em operação, qualquer modificação física de suas instalações se torna inviável, ou seja, a cada mudança de *lay out* ocorrida, apenas regulagens nas válvulas são viáveis de ser realizadas. Essas regulagens, no caso do edifício “A” analisado, são realizadas através de mudanças de *set points* (parâmetros) inseridos nos *softwares* de controle do sistema, uma vez que o conforto térmico é controlado automaticamente e no edifício “B”, manualmente em painéis digitais controladores. Embora esta operação pareça simples, requer decisões que dependem tanto de conhecimentos técnicos específicos sobre ar-condicionado quanto de bom senso do operador, no sentido de promover bem estar a um número maior de pessoas, já que operações dessa natureza resultam em mudanças nas condições locais. Por exemplo, quando ocorre uma mudança de *lay out*, podem acontecer situações de maior densidade ocupacional em determinados setores, gerando maior carga térmica; isto provoca sensação de calor aos usuários ali instalados. Em consequência disto, realiza-se uma mudança de parâmetro no sistema de controle para que seja insuflada maior quantidade de ar ao ambiente, tornando-o mais agradável. No entanto, aquele local pode estar situado próximo a um outro servido pela mesma ramificação de dutos de insuflamento e, ainda, ser menos densamente ocupado. Os usuários desse segundo local, certamente estarão sentindo frio e, conseqüentemente, solicitarão ao operador do sistema, que diminua a vazão de ar.

As condições de conforto térmico avaliadas sob o ponto de vista dos usuários sofreram análise técnica, tendo como base a coleta de dados locais através de medidas de temperatura e umidade do ar, observações físicas e entrevistas com pessoal especializado na área de operação e manutenção de ar-condicionado como também do sistema de automação.

As medidas contemplaram duas situações: a de uso dos edifícios, ou seja, ocupados e em operação e a de desocupação (em finais de semana), durante a mesma estação do ano (verão). Entendemos que “medir” apenas nas condições de uso, ou seja, ambientes climatizados artificialmente, não é suficiente. O edifício, por ele mesmo, também representa parcela significativa no desempenho final do conforto térmico, justificando, portanto, as medidas na segunda situação, quando foram eliminados

geradores de calor tais como: usuários, equipamentos de escritórios, elevadores, iluminação artificial e outros, com o ar-condicionado desligado.

Além disto, através de relatórios de dados fornecidos pela administração de um dos edifícios (“A”), foi possível analisar a frequência de intervenções no sistema de controle de ar-condicionado provocadas por fatos como o exemplo citado anteriormente.

7.3.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS EDIFÍCIOS.

7.3.2.1 - Características arquitetônicas e de instalações

As características que apresentamos a seguir têm relação direta com o desempenho do conforto térmico no edifício. Algumas delas, como por exemplo, tipos e alturas de divisórias, já foram mencionadas ao longo dos capítulos cinco e seis; neste, destacamos outras, para que, no conjunto, representem o cenário completo, necessário à boa compreensão da análise realizada.

A envolvente do edifício “A” é composta por alvenarias de 20 cm em blocos de concreto, revestidas internamente por argamassa e pintadas com látex branco; externamente recebe placas de mármore branco com espessura = 30 mm, fixas com espaçadores de 70 mm, formando um colchão de ar entre a alvenaria e a placa. Representando um percentual de 40% da envolvente, existem vidros laminados refletivos, fixos em caixilhos metálicos pintados na cor preta, cujas características são: espessura = 10 mm (verde 6 mm + incolor 4 mm + película de Poli Vinil Butiral (PVB) azul), transmissão luminosa = 27,4%, reflexão luminosa = 32,5%, absorção = 52,1%, fator solar = 37,2% e coeficiente de sombreamento = 0,43%.¹. Internamente às envoltentes, ao longo das janelas, encontram-se persianas, cujas características já foram mencionadas neste capítulo.

A arquitetura do edifício tem como um dos pontos marcantes, sua fachada principal em linhas curvas, envidraçadas e, em sua grande maioria, voltada para o oeste e norte, conforme se observa pelas figuras já apresentadas. De acordo com sua localização, não existem construções altas nesses quadrantes; portanto, não há obstáculos à incidência da radiação solar nessas fachadas.

A figura abaixo representa esquematicamente as características citadas.

Fig. 7.16 - Corte esquemático da envoltória do edifício "A".

O edifício "B" apresenta envolvente composta por grelhas estruturais em concreto armado, revestidas externamente por placas de granito polido rosa, de 30 mm de espessura, fixas por espaçadores a uma distância de 10 cm do concreto. Internamente, são revestidas por material melamínico gelo. Apresenta percentual de envidraçamento de 48%, alojados em caixilhos metálicos fixos pintados de preto. Os

¹ Dados fornecidos pelo fabricante (BLINDEX).

vidros têm espessura de 10 mm, são laminados e refletivos, similares aos do edifício “A” (não obtivemos os dados técnicos dos vidros utilizados neste caso). Lembramos, outrossim, da existência de persianas internas, cujas características já foram comentadas neste capítulo.

Esse edifício, de forma hexagonal, tem orientação com relação à trajetória do sol tal, que seu perímetro se localiza em igual proporção em todos os quadrantes. As faces voltadas para o oeste não contam com nenhum tipo de proteção quanto à incidência da radiação solar, tendo em vista que não existem construções altas próximas a elas. Entretanto, próximo às outras fachadas, existem prédios de igual altura que, ou sombreiam ou refletem os raios de sol diretamente sobre ele.

Fig. 7.17 - Corte esquemático da envoltória do edifício "B".

Os pavimentos são dotados de forros metálicos em placas moduladas (1,25 m x 1,25 m) com acabamento em pintura epóxi de cor gelo, os quais contêm perfurações que permitem a passagem de ar (retorno do ar do ambiente). Nas placas de forro estão instaladas calhas que, no edifício “B”, além de serem luminárias, também

desempenham função no sistema de ar-condicionado, como elementos de passagem para ar insuflado ou de retorno, de acordo com sua localização em relação ao conjunto de dutos do sistema.

Foto 7.2 - Detalhe de forro nos escritórios - edifício "B".

Quanto ao piso, o edifício “A” conta com o sistema de piso elevado, composto por placas metálicas revestidas por carpete cinza, moduladas e facilmente removíveis. Esta característica propicia fácil manutenção no sistema de cabeamentos dispostos em malhas e que se distribuem sobre a laje, passando por canaletas metálicas. Também nas canaletas, encontram-se de forma agrupada, tomadas de energia elétrica, telefone e dados, em pontos aproximadamente equidistantes, de modo a permitir flexibilidade para mudanças no pavimento, sem prejuízo no fornecimento desses elementos para o usuário. Cada ponto contendo essas tomadas, tem autonomia para deslocamentos da ordem de três (3) metros de raio. A figura abaixo(fig. 7.18) mostra o sistema de piso do 4º pavimento desse edifício (os outros andares são semelhantes), destacando as

placas do piso elevado, a localização das canaletas, bem como os pontos de tomadas com detalhe do raio de atuação.

No edifício “B”, o sistema de piso também é composto por cabeamentos (elétricos, telefonia e dados) que passam por canaletas metálicas; no entanto, não conta com pisos elevados. Neste caso, as canaletas são chumbadas na laje e, sobre elas, encontram-se placas metálicas, também revestidas por carpete. As placas são removíveis, facilitando a manutenção do sistema. A distribuição dos circuitos de um dos pavimentos (5º pav.) é como se encontra na figura a seguir (fig. 7.19).

Fig. 7.19 - Malha de piso do edifício "A".

Fig. 7.20 -Canaletas de piso do edifício "B".

7.3.2.2 - Características dos sistemas de ar-condicionado.

Os edifícios objetos de estudo utilizam sistemas de ar-condicionado baseados no controle entálpico, ou seja, a utilização do ar em condições adequadas de temperatura e umidade. Esses sistemas, cujos elementos básicos são a água e o ar, operam segundo uma configuração básica constituída de três circuitos distintos: circuito básico do ar (fig. 7.21), circuito de água fria (fig. 7.22) e circuito de refrigeração (fig. 7.23).

Fig. 7.21 - Circuito básico do ar.

Fonte: Marte (1995, p. 30) - Adaptado pela autora da dissertação.

Fig. 7.22 - Circuito de água fria.

Fonte: Marte (1995, p. 31) - Adaptado pela autora da dissertação.

Fig. 7.23 - Circuito frigorífico.

Fonte: Marte (1995, p. 31) - Adaptado pela autora da dissertação.

Basicamente, o refrigerante (**água gelada**) é conduzido desde a unidade frigorífica (*Chiller*) através de tubulações próprias até às serpentinas, que se alojam em compartimentos condicionadores do tipo *fan-coils*, constituídos por ventiladores de insuflamento, filtros e pelas próprias serpentinas, por onde passa o ar a ser resfriado.

O ar que passa por esse processo de resfriamento, é oriundo dos ambientes interno e externo ao edifício, sendo que o último significa uma parcela mínima de 10% do total, necessária à sua renovação e controle da entalpia. O ar de retorno do ambiente interno chega até o *fan-coil* através de dutos verticais de alvenaria, sugados por ventilador de exaustão; numa antecâmara é realizada a mistura com o ar externo, captado através de aberturas próprias; em seguida, passa pelo processo de filtragem e entra em contato com as serpentinas de água gelada, sofrendo assim, uma redução na sua temperatura. Após ter sido resfriado, o ar é impulsionado de volta aos ambientes pelo ventilador de insuflamento. O ar já resfriado percorre dutos verticais e horizontais até chegar ao ponto final da distribuição (**difusores**), sendo oferecido aos ambientes em volumes controlados por válvulas intermediárias denominadas **VAVs** (Volume de Ar Variável), de acordo com a necessidade do local.

Para que esse ciclo ocorra de forma equilibrada e contínua, inúmeras variáveis são consideradas e todas elas têm papel importante no desempenho final do sistema. Por exemplo, a temperatura da água de refrigeração, do ar interno, do ar externo, umidade relativa do ar, assim como as demais, são constantemente monitoradas e controladas, uma vez que este é um sistema dinâmico. Como elementos essenciais para a captação das informações relativas a essas variáveis, são utilizados **sensores**, distribuídos pelo edifício, em locais pré-determinados e específicos à sua função.

O sistema descrito é comum aos dois edifícios; entretanto, se diferenciam em dois aspectos, quais sejam: o edifício “A”, utiliza o sistema de água gelada associado ao sistema de banco de gelo; além disto, o sistema de ar-condicionado se apresenta integrado ao sistema de automação, ou seja, as operações são realizadas automaticamente e todo o funcionamento do sistema pode ser monitorado e alterado através do computador. No edifício “B”, o sistema opera automaticamente; no entanto, qualquer intervenção é feita manualmente em painéis digitais controladores. Este assunto será tratado ainda neste capítulo, mais adiante.

Com relação ao banco de gelo utilizado no edifício “A”, o mesmo representa um aspecto relevante no que se refere ao propósito da economia de energia elétrica, uma vez que a produção de gelo se inicia às 22 h e 15 min e termina às 6 h e 30 min, horário em que a tarifação da energia elétrica é menor. Normalmente, o sistema de refrigeração pelo banco de gelo funciona das 17 h e 20 min até às 18 h e 40 min para o conforto dos ambientes e CPD (Centro de Processamento de Dados), sendo que este último é alimentado pelo banco de gelo até às 22 h e 15 min.

Foto 7.3 - Banco de gelo.
Fonte: Folder Birmann.

Na manhã do dia seguinte, entra em operação o **ciclo econômico**, o qual consiste na captação de ar externo e ativação dos ventiladores (das 6 h às 6 h e 30 min) e abertura total dos *dampers*, para renovação total do ar do prédio; em seguida, o ar-condicionado no sistema de água gelada é ativado e permanece em operação até às 17 h e 20 min. A circulação de ar com renovação total permanece até às 9 h e, a partir desse horário, o sistema opera utilizando apenas o ar interno misturado com o externo em quantidade necessária ao equilíbrio entálpico, cuja porcentagem é calculada automaticamente.

O sistema do banco de gelo também atua como alternativa, operando em associação com o sistema de água gelada, quando ocorre um aumento significativo na carga térmica dentro do edifício e os *chillers* existentes, em número de dois (2), mesmo funcionando com 100% de sua capacidade não são suficientes para gelar a água à temperatura requerida.

Apresentamos, a seguir, os elementos constituintes dos sistemas de ar-condicionado mencionados e suas respectivas localizações nos edifícios estudos de caso, destacando os aspectos arquitetônicos dos locais onde estão alojados. Os espaços ocupados por esses equipamentos não são frequentados pelos usuários dos edifícios, a menos do pessoal de manutenção; entretanto, suas características têm influência no desempenho do sistema e, enganos arquitetônicos, como por exemplo, dimensionamentos incorretos dos espaços para alojamento de equipamentos, localização inadequada desses espaços, dimensionamento de *shafts* de ventilação, podem alterar seu bom funcionamento. Sendo assim, são também passíveis de análise, cujo diagnóstico, baseado em observações físicas e entrevistas, pode auxiliar aos arquitetos em projetos de edifícios semelhantes.

No edifício “A”, existem dois *fan-coils*, situados no 5º pavimento, sendo que cada um atende à metade de cada pavimento, segundo um eixo perpendicular à maior fachada. Áreas fechadas abrigam os equipamentos e são dotadas de portas herméticas. Os pisos são cimentados e pintados à base de epóxi; as paredes e teto

possuem tratamento acústico com lã de vidro/ resina poli-vinil-acrílico/ tela de aço inoxidável. Os dutos de ar de retorno são de alvenaria, com acabamento em argamassa e pintura látex. Os dutos verticais de insuflamento são de alvenaria e recebem, internamente, o mesmo tratamento que as paredes dos *fan-coils*.

No edifício “B”, as áreas destinadas aos *fan-coils*, em número de três (3), são semelhantes às do edifício anterior, porém, situadas no 19º pavimento.

As fotos a seguir representam detalhes das áreas referentes aos *fan-coils*.

Foto 7.4 - Sala do fan-coil - detalhe dos filtros de ar - edifício "B".

Foto 7.5 - Fan-coil - detalhe do ventilador e aberturas para entrada de ar externo - edifício "B"

Foto 7.6 - Duto de retorno do ar-condicionado - edifício "B".

Foto 7.7 - Painéis de controle do ventilador / fan-coil - edifício "B".

No que diz respeito ao circuito de água fria, os equipamentos, compostos, em linhas gerais, por bombas, compressores e tubulações, ocupam áreas relativamente grandes,

da ordem de 100 m², com pé direito duplo, tendo em vista sua escala. Nos dois edifícios, ficam situados no último pavimento e recebem tratamento acústico semelhante ao do *fan-coil*, nas paredes, tetos e pisos. Essas áreas possuem ventilação mecânica (exaustão) e não apresentam aberturas (janelas).

As fotos abaixo são relativas ao circuito referido.

Foto 7.8 - Central de água gelada - edifício "B".

Foto 7.9 - Painéis de controle dos chillers - edifício "B".

Quanto ao terceiro circuito, composto também por equipamentos de grande escala, situam-se no último nível dos edifícios, em áreas descobertas. Pisos e paredes não recebem tratamentos especiais, a menos de impermeabilização, tendo em vista que são áreas possíveis de serem molhadas e a laje é cobertura do andar inferior.

Foto 7.10 - Torres de resfriamento - cobertura - edifício "A".

Foto 7.11 - Torres de resfriamento - cobertura - edifício "B".

Foto 7.12 - Paineis de controle das bombas / torres de resfriamento - edifício "B".

7.3.2.3 - Distribuição do ar-condicionado nos pavimentos.

Nos andares tipo e térreos dos dois edifícios, o ar frio é insuflado pelo teto, através de difusores isolados (edifício "A") ou acoplados às calhas de iluminação (edifício "B"). O retorno do ar quente dos ambientes também acontece pelo teto, através de perfurações no forro e pelas calhas de iluminação (nos dois edifícios). Nas áreas onde ficam instalados os Centros de Processamento de Dados (5º pavimento do edif. "A" e térreo do edif. "B"), o insuflamento é feito pelo piso, através de placas (piso elevado) removíveis e perfuradas, cujos detalhes podem ser observados na foto seguinte.

Foto 7.13 - Detalhe do piso do CPD - edifício "B".

O projeto de distribuição do ar é elaborado antes da ocupação do edifício, bem como o dimensionamento das vazões, tendo em vista um *lay out* proposto inicialmente, considerando uma densidade ocupacional estimada. Uma vez implantado o sistema, esse torna-se definitivo.

As figuras a seguir (fig. 7.24 e fig. 7.25), mostra a distribuição do ar frio nos pavimentos tipo.

Fig. 7.24 - Esquema de distribuição do ar-condicionado - pav. Tipo - edifício "A".

Fig. 7.25 - Esquema de distribuição do ar-condicionado - pav. Tipo - edifício "B".

Nota-se pelas figuras, que a distribuição dos pontos de insuflamento é feita de maneira relativamente homogênea, de modo a que cada ponto de insuflamento atue sobre uma determinada área, cuja vazão é calculada em sua função. Um cálculo aproximado, indica 22 m³/h de ar frio por metro quadrado de piso, no edifício “A” e 31 m³/h/ m² no edifício “B”, em média. Entretanto, observa-se pelo projeto de ar-condicionado que, ao longo das fachadas mais sujeitas à radiação solar direta, existem difusores lineares para que se formem cortinas de ar frio próximas às vidraças, na intenção de neutralizar a carga térmica devida à radiação. Além disto, no edifício “B”, as áreas localizadas nos quadrantes noroeste e sudoeste, contam com vazões maiores que as opostas, aparentemente pelo fato de que essas recebem diretamente o sol da tarde.

Pelas figuras também se pode observar que, no edifício “A”, no 4º pavimento, tomado como referência para as análises, existe uma concentração maior de divisórias de média altura (1,62 m) e divisórias até o teto, no quadrante sudoeste. Já no edifício “B”, no 5º pavimento, também referência para as análises, há uma concentração mais acentuada de divisórias até o teto, no quadrante sudeste, embora existam, em pequena quantidade, nos quadrantes sudoeste e noroeste; as divisórias de altura média, se concentram mais nos quadrantes sudeste e sudoeste. Destacamos, porém, o fato de que os *lay outs* apresentados refletem o cenário da época em que foi realizada a pesquisa de campo. Mudanças são feitas constantemente, em função das necessidades das empresas ocupantes, sendo que hoje é bem provável que a configuração não seja a mesma.

7.3.2.4 - Noções gerais sobre o controle do ar-condicionado através do sistema de automação.

A descrição que se segue, refere-se apenas ao edifício “A”, dado que o sistema de ar-condicionado do edifício “B” ainda não foi integrado ao sistema de automação.

A operação do referido se baseia na interpretação de sinais de entrada e saída em controladores “inteligentes”. Isto parece simples, considerando o potencial de

processamento dos elementos *hardware* e *software* utilizados no sistema de automação. Entretanto, esta simplicidade é apenas aparente, dado ao grande número de variáveis a serem consideradas para que o sistema de ar-condicionado tenha um bom desempenho, isto é, climatize adequadamente os ambientes e o consumo de energia elétrica seja mínimo.

Para que o sistema se mantenha em operação, informações em **tempo real** são colhidas em diversos pontos do edifício através de sensores específicos, em setores diferenciados e referentes a grandezas distintas. São conduzidas (sinais de entrada) e processadas nas Unidades Terminais Remotas através de algoritmos inseridos em *softwares*, resultando em respostas (sinais de saída), ou comandos individuais de atuação para os equipamentos do sistema, equipamentos esses, já citados anteriormente.

Os diversos circuitos do sistema devem trabalhar em harmonia para que o desempenho não tenha prejuízos; desta forma, todas as variáveis envolvidas são consideradas em conjunto, caracterizando uma interdependência. Por exemplo, uma variação na pressão de óleo em um compressor no *Chiller* pode provocar sensação de desconforto aos usuários, tendo em vista que pode alterar a temperatura nos ambientes, dentre outros efeitos. A pressão de óleo é uma das variáveis, considerada no sistema, interagindo com diversas outras, definindo um modo geral de funcionamento; quando ocorre uma variação dessa natureza, em geral, podemos dizer que a temperatura da água de refrigeração pode ser modificada e, em consequência, a temperatura do ar resfriado pode ser também alterada, solicitando modificações nas aberturas de *dampers* de VAVs, culminando com a variação da vazão de ar insuflado, esfriando ou deixando esquentar os ambientes, o que vai interferir diretamente na variável “temperatura interna”, colhida por sensores locais e enviada ao processador para que, associada à variável “temperatura externa”, determine a quantidade de ar externo a ser captado para que se mantenha o equilíbrio entálpico, estabeleça as velocidades dos ventiladores e assim por diante. Notamos, por esse exemplo, que os fenômenos acontecem como uma reação em cadeia, definindo claramente as interrelações das grandezas controladas.

O sistema de automação integrado controla todas as variáveis de modo a manter o sistema em funcionamento equilibrado, utilizando um contingente mínimo de pessoas, reduzindo, assim, as possibilidades de falhas e promovendo sua otimização

No subsolo e no 4º pavimento do edifício “A”, encontram-se computadores (estações de operação), de configurações já descritas no capítulo 3, referente à automação em edifícios de escritórios, que contêm a Interface Homem Máquina (IHM) que desempenha as funções de operação, otimização, manutenção e configuração do sistema. Isto significa que, essas estações podem supervisionar e controlar a rede de UTRs e os equipamentos assistidos por elas, centralizar e consolidar dados adquiridos pelo sistema, promover interação entre o operador e o sistema e, além de outros, apresentar gráficos, relatórios sobre o funcionamento do sistema e históricos de ocorrências.

Através de telas de interface, são feitas supervisões e controles dos processos relativos ao sistema, por meio de ícones animados, botões de controle, janelas de operação e outros, em ambiente Windows/OS2/MAC. Informações como: data, hora, minuto e segundo, fornecidas pelo relógio de tempo real são fornecidas na tela, bem como o setor que se quer monitorar, possibilitando ao operador, uma visualização do estado em que se encontra aquele determinado setor, dos dados inerentes àquele sistema, dados de alarme e outros, além de possibilitar operações remotas sobre pontos assistidos.

Para exemplificar o que foi dito, apresentamos as figuras seguintes (fig. 7.26 e fig. 7.27). São telas referentes ao circuito de ar, relativas ao *fan-coil* 2, e localização das VAVs no pavimento térreo, conforme são visualizadas no monitor de vídeo. A primeira fornece dados tais que permitem ao operador se enteirar do estado de funcionamento daquele setor e, ainda, realizar intervenções manuais remotas, como ligar ou desligar ventiladores, abrir ou fechar dampers de ar externo e de retorno e outros. Como exemplo de dados que podem ser visualizados na referida tela, temos: temperatura e umidade do ar de retorno e do ar insuflado, frequência de rotação dos ventiladores (exaustão e insuflamento), temperatura e umidade do ar externo, temperatura da água gelada, vazões totais de ar de retorno e insuflamento. Através

dessas informações, é possível se diagnosticar eventuais problemas no funcionamento do sistema, bem como suas causas; evidentemente, se o operador tem capacitação adequada, ou seja, amplos conhecimentos técnicos da área (ar condicionado), bem como do próprio sistema de automação, pelo menos ao nível de operação.

A tela referente ao pavimento térreo mostra os locais, no pavimento, onde estão localizadas as válvulas de controle de vazão de ar e as respectivas temperaturas do ar de retorno dos setores de atuação de cada válvula (na fig. 7.27, denominados **S1...S7**), captadas pelos **sensores** de temperatura e umidade associados a cada uma delas e situados acima do forro, em posições desconhecidas pelo pessoal de manutenção do edifício, pela inexistência de projeto específico em seus arquivos. No quadro abaixo do mapa do pavimento, encontram-se janelas com dados de estado das duas zonas (lembramos que cada zona, em número de duas por andar, é servida por um *fan-coil*), tais como: programação horária “ligada” ou “desligada”, valores dos *set points* dos setores, bem como suas vazões instantâneas.

Por essa tela é possível, manualmente, via teclado/mouse, modificar parâmetros (*set points*) e ligar/desligar programação horária, quando necessário.

MSG 03/11/97 15:27:21 Tue FANCOIL 02
 Host 00 (mv)
 Printing (press ESCape to cancel), please stand by...

Fig. 7.26 - Tela do gerenciador - fan-coil 2 - edifício "A".

Fonte: Impressão da tela cedida pela administração do edifício.

MSG 03/11/97 15:25:27 Tue AR COND.: PAVIMENTO 10
 Host 00 (mv)
 Printing (press ESCape to cancel), please stand by...

Fig. 7.27 - Tela do gerenciador - Pav. Térreo - edifício "A".

Fonte: Impressão da tela cedida pela administração do edifício.

O sistema de ar-condicionado e seu controle automático constituem um assunto complexo e extenso, cuja abordagem profunda e detalhada não se faz necessária, considerando os propósitos desta pesquisa. As noções oferecidas até o momento são suficientes para a compreensão das análises feitas, cujos resultados são apresentados ao final deste capítulo.

7.3.3 - ANÁLISE TÉCNICA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS BASEADA EM DADOS COLETADOS ATRAVÉS DE MEDIÇÕES.

O principal objetivo do sistema de ar-condicionado é promover ambientes em condições térmicas aceitáveis aos seres humanos. Para se projetar e avaliar ambientes de trabalho confortáveis, é necessário que se siga padrões que especifiquem quantitativamente requisitos para ambientes termicamente agradáveis.

Segundo Olesen (1985), sabe-se que um dos requisitos a ser preenchido é que a pessoa esteja em neutralidade térmica, a qual depende de, basicamente, seis parâmetros: tipo de atividade exercida no local, tipo de vestimenta, temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade e umidade do ar. Índices de conforto relativos a esses requisitos, têm sido publicados na ISO 7730¹ e requisitos similares têm sido introduzidos na ASHRAE - Standard 55-81², além da DIN 1946³. No Brasil, entretanto, segundo Frota (1995), não existem normas que forneçam índices similares, o que leva à adoção dos índices propostos pela norma alemã, tais como, temperaturas de conforto em torno de 23°C a 24°C, de maneira geral, independente das condições climáticas e costumes dos diferentes locais.

Desta forma, para a realização da avaliação técnica do comportamento térmico dos ambientes dos edifícios de escritórios, consideramos índices propostos pela DIN

¹ ISO - International Organization for Standardization - "Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort"

² ASHRAE - American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers.

³ DIN - Deutsches Institut für Normung.

1946, uma vez que os sistemas de ar-condicionado implantados nos edifícios são ajustados para promover temperaturas ambientais dessa ordem.

A avaliação técnica desse aspecto se baseou em medições de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de escritórios dos dois edifícios, segundo procedimentos expostos no item anterior 7.1, referente às medições e equipamentos utilizados, cujos resultados foram associados às observações físicas e entrevistas com pessoal técnico, possibilitando, assim, diagnosticar as reais condições térmicas ambientais.

7.3.3.1 - EDIFÍCIO “A”.

Lembrando que o levantamento de dados (temperatura e umidade relativa do ar) foi feito em pontos previamente determinados em função das opiniões dos usuários, apresentamos, a seguir, a planta do pavimento analisado, destacando-os.

Fig. 7.28 - Planta do 4º pav. do Ed. “A” com *lay out* e localização dos pontos onde foram realizadas medidas de temperatura e umidade.

Os resultados das medidas realizadas no edifício "A" foram os constantes das tabelas (tab. 7.14, tab. 7.15 e tab. 7.16), as quais se encontram no anexo desta dissertação, bem como o quadro 7.1, que representa a legenda da identificação dos aparelhos de medição utilizados e se aplica a todas as tabelas de medidas de umidade e temperatura do ar referentes aos dois edifícios.

Das tabelas apresentadas, extraímos os valores para a elaboração dos gráficos que apresentamos a seguir, para visualizar, mais claramente, o comportamento térmico do edifício.

Temperatura °C

Gráfico 7.3 - edifício "A" - Variação de temperatura de bulbo seco (medidas instantâneas) (D) - ambientes climatizados artificialmente.

Umidade %

Gráfico 7.4 - edifício "A" - Variação da umidade relativa do ar - medidas instantâneas (D) - ambientes climatizados artificialmente.

Gráfico 7.5 - edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes (G) e bulbo seco médias (D) (medidas instantâneas) no setor A - ambientes climatizados artificialmente.

Gráfico 7.6 - edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes médias (G) e bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas - no setor B - ambientes climatizados artificialmente.

Gráfico 7.7 - edifício "A" - Comparação entre temperaturas radiantes (G) e de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas - no setor C - ambientes climatizados artificialmente.

Gráfico 7.8 - edifício "A" - Variação de temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - ambientes naturais.

Gráfico 7.9 - edifício "A" - Variação da umidade relativa nos ambientes naturais.

Gráfico 7.10 - edifício "A" - Comparação das temperaturas radiante (G), bulbo seco médias (D) e temperaturas externas - setor A - ambientes naturais.

Gráfico 7.11 - edifício "A" - Comparação entre temperaturas radiantes médias (G), bulbo seco médias (D) e externas - setor B - ambientes naturais.

Gráfico 7.12 - edifício "A" - Comparação entre temperaturas radiantes (G), bulbo seco médias (D) e externas - setor C - ambientes naturais.

Pelo conjunto de medidas de temperatura do ar (instantâneas / bulbo seco) realizadas nas condições de uso, ou seja, com o sistema de ar-condicionado em funcionamento e o prédio ocupado, observa-se que, nos espaços situados próximos à fachada Oeste (Setor B), a temperatura se apresentava mais elevada à época das medidas (com valores de até 25° C, ultrapassando em 1° C o máximo programado no sistema de condicionamento de ar (23° C $\pm$ 1° C). Nos demais locais, a temperatura apresentou uma tendência à homogeneidade, dentro da faixa prevista.

De acordo com o sistema de distribuição do ar frio, a região cuja temperatura se mostrou mais alta é servida pelo final de dutos de insuflamento, o que, na opinião dos técnicos, significa uma vazão menor de ar.

Por consequência, a umidade relativa do ar, nesse mesmo setor, se apresentou mais baixa que nos demais, com diferenças da ordem de até 10% abaixo da média dos demais setores (aproximadamente 60%).

Pelos gráficos comparativos entre as medidas de temperatura radiante e de bulbo seco (instantâneas), observamos que os setores A e B apresentam temperaturas radiantes maiores que em C; além disto, em B, existe grande aproximação entre as temperaturas de bulbo seco e as radiantes.

Nas condições naturais, ou seja, com o sistema de ar-condicionado desativado e o prédio desocupado, significando ausência de geradores de calor internos, os gráficos 7.3 e 7.4, relativos às temperaturas instantâneas (bulbo seco) e umidades relativas do ar, indicam que o setor C do edifício se apresenta mais quente que os demais e cujas variações nas grandezas citadas são mais acentuadas. As temperaturas mais altas ocorrem por volta do meio dia, atingindo valores da ordem de 27° C, igualando à temperatura externa, embora com a umidade um pouco abaixo (5% a menos) que a do exterior. Esse setor possui percentual de envidraçamento maior que os demais (da ordem de 90% da área de fachada) e está voltado para o Norte.

Nos demais setores, as temperaturas dessa natureza (mínimo de 24° C e máximo de 25° C), medidas ao longo do período, conservam uma certa homogeneidade, com variações horárias pouco significativas.

As medidas realizadas contemplam basicamente os ambientes de escritórios; no entanto, outras dependências também são frequentadas, tais como: sanitários (na maioria pelos funcionários de escritórios), áreas técnicas, cozinha e outras (por funcionários de manutenção e apoio), servidos por ventilação mecânica (exaustão). Realizamos medidas de temperatura e umidade do ar e radiante em alguns desses ambientes, cujos resultados são os constantes da tabela 7.16.

Por esses resultados, diagnosticamos que os sanitários apresentam temperaturas superiores a 25° C, enquanto que nos ambientes de escritórios, a temperatura média é inferior a 24° C. As áreas de apoio técnico apresentam condições semelhantes às dos sanitários, a menos da sala de máquinas dos elevadores, onde a temperatura média do ar é muito elevada, de 32° C a 35° C.

Como já foi dito, o ar-condicionado nesse edifício é controlado pelo sistema de automação, cujas operações se realizam baseadas em informações em tempo real, enviadas aos *softwares* específicos. Essas informações são, basicamente, dados colhidos por sensores distribuídos pelo edifício.

Para esta pesquisa, consideramos mais importantes, as variáveis **temperatura e umidade do ar** interno, cujos valores instantâneos são colhidos por sensores localizados acima do forro das áreas de escritórios, uma vez que a velocidade do ar, variável igualmente importante na determinação das condições de conforto térmico, é determinada pelo sistema automático, em função dos valores das primeiras. Melhor esclarecendo, a velocidade do ar interno está diretamente relacionada com as vazões de insuflamento, as quais podem ser diferentes nos diversos setores do pavimento, cada um servido por um duto principal dotado de uma válvula (VAV) que controla a distribuição de vários pontos de insuflamento. No entanto, a vazão geral de origem, ou seja, nos dutos verticais de alvenaria, é teoricamente igual para todos os setores e pavimentos, uma vez que ela depende da velocidade de rotação dos ventiladores. A

referida velocidade é determinada pelas variáveis temperatura e umidade do ar, entre outras específicas do conjunto.

As informações sobre temperatura e umidade são colhidas em pontos acima dos ambientes dos usuários e seus valores são referentes ao ar de retorno. Esse ar, por sua vez, sugado pelo sistema de exaustão, passa por calhas de iluminação e, provavelmente, sofre mistura com o próprio ar frio insuflado, descaracterizando, portanto, as condições do ar do ambiente.

Diante desse fato, optamos por fazer um levantamento do número de intervenções manuais (via teclado do gerenciador) realizadas em época correspondente à da realização das medidas (verão), porém um ano depois, para estimar a influência que esse tipo de medida pode exercer sobre o comportamento dos usuários, uma vez que elas não refletem as condições do seu ambiente, mas são significativas na sua determinação.

Do levantamento feito através de relatórios emitidos diariamente pelo computador, dos quais extraímos as informações relativas ao número de intervenções manuais relativas às mudanças de *set points* no sistema de ar-condicionado, foi diagnosticado que, no período de um mes e meio (14 / 01 a 28 / 02 / 1997, num total de 34 dias úteis), foram feitas 357 mudanças manuais, sendo 323 para diminuir a temperatura dos ambientes; 15% das intervenções totais foram realizadas no pavimento térreo, 22% no 1º pav., 18,5 % no 2º pav., 20% no 3º pav., 23 % no 4º pav. e 1,5% no 5º pav., sendo que os usuários dos locais denominados S3, S4, S10 e S12 (indicados na figura 7.29 a seguir, como S1 ... S12), solicitaram diminuição na temperatura e na região S9, das operações realizadas, 35% foram para aumentar a temperatura ambiente. Os índices aqui apresentados, são fortes indicadores do que ocorre nos ambientes e, além disto, ratificam o diagnóstico quando aponta as áreas mais quentes e mais frias do pavimento, através do comportamento dos usuários representados por solicitações de mudanças nos parâmetros adotados no sistema de automação.

MSG 03/13/97 15:09:34 Thu AR COND.: PAVIMENTO 1
 Host 00 (mv)
 Printing (press ESCape to cancel), please stand by...

Fig. 7.29 - Tela do gerenciador referente ao sistema de ar-condicionado - 1° pavim. - edifício "A"

Fonte: Impressão de tela cedida pela administração do edifício.

7.3.3.2 - EDIFÍCIO "B".

A figura a seguir representa a planta do 5° pavimento do edifício, onde os pontos de medições são destacados.

Fig. 7.30 - Planta do 5º pav. Do Ed. B com lay out e pontos de medidas de temperatura e umidade destacados.

Os resultados das medidas foram os constantes das tabelas 7.17 e 7.18, que se encontram no anexo.

Os gráficos a seguir foram elaborados com valores constantes das tabelas referidas acima.

Gráfico 7.13 - edifício "B" - Variação de temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - ambiente climatizado artificialmente.

Gráfico 7.14 - edifício "B" - Variação de umidade relativa - ambiente climatizado artificialmente.

Gráfico 7.15 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas - e radiantes (G) - quadrante Nordeste - ambiente climatizado artificialmente.

Gráfico 7.16 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas - e radiantes (G) - quadrante Noroeste - ambiente climatizado artificialmente.

Gráfico 7.17 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas - e radiantes (G) - quadrante Sudeste - ambiente climatizado artificialmente.

Gráfico 7.18 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas - e radiantes (G) - quadrante Sudoeste - ambiente climatizado artificialmente.

Gráfico 7.21 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - , radiante (G) e temperaturas externas - Quadrante Nordeste - ambiente natural

Gráfico 7.22 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - , radiante (G) e temperaturas externas - Quadrante Noroeste - ambiente natural

Gráfico 7.23 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - , radiante (G) e temperaturas externas - Quadrante Sudeste - ambiente natural

Gráfico 7.24 - edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - , radiante (G) e temperaturas externas - Quadrante Sudoeste - ambiente natural

Considerando inicialmente as condições de uso do edifício, pode-se notar pelo gráfico 7.13, de temperaturas de bulbo seco (instantâneas), que, por volta do meio dia, a temperatura interna do 5º pavimento se apresenta equilibrada ($23,5^{\circ}\text{C}$ em média); lembramos que nesse horário, as áreas de escritórios ficam praticamente desocupadas por ser horário de almoço dos funcionários. Na parte da manhã, com o prédio ocupado, observa-se que as regiões voltadas para o Leste (particularmente no quadrante Sudeste), se apresentam mais quentes que as demais, embora mantendo temperaturas por volta de $23,5^{\circ}\text{C}$.

À tarde, as áreas voltadas para o Oeste sofrem um acréscimo em sua temperatura e as voltadas para o Leste esfriam um pouco, sem, contudo, ultrapassar os limites estipulados ($23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$).

Percebemos que, enquanto em uso, existem diferenças de temperatura do ar nos diversos ambientes, da ordem de até $1,5^{\circ}\text{C}$, o que, na opinião dos usuários, são perceptíveis.

Foi registrado nos setores do pavimento, 1°C , em média, de temperatura devida à radiação, a não ser na área Noroeste, onde o valor correspondente é de 3°C , principalmente à tarde. O **Setor 11** do 5º andar, localizado no referido quadrante, apresentava *lay out* tal, à época da coleta de dados, o qual sugeria uma densidade ocupacional menor que nos demais e as divisórias, em sua grande maioria, eram baixas ou médias. Por outro lado, existe uma extensa fachada totalmente envidraçada e, junto a essa, difusores lineares de ar-condicionado, cujo ar insuflado forma uma cortina fria para neutralizar a entrada de carga térmica do exterior.

Em outra situação, a do ambiente natural (ar-condicionado desligado e ausência de geradores de calor internos), as medidas de temperatura do ar nos ambientes, indicam que, de um modo geral, o pavimento apresenta variações térmicas assim definidas: as áreas voltadas para o Leste, após terem sido aquecidas no período da manhã, permanecem com a temperatura estabilizada pelo período aproximado de quatro (4) horas (na primeira parte da tarde), passando, em seguida, a sofrer uma redução gradativa e aparentemente suave. As áreas voltadas para Oeste, principalmente as

mais próximas ao Norte, no período citado, apresentam comportamento semelhante às demais, porém, com variações mais acentuadas, com tendência ao equilíbrio com a face oposta ao final do dia.

O gráfico 7.19, referente às medidas instantâneas (bulbo seco), indica que o lado Oeste do edifício é mais quente que o Leste (com temperaturas de 25°C a 26°C em média), com destaque para a fachada Norte, a qual apresenta os valores mais elevados.

No conjunto, o edifício apresentou diferença de aproximadamente 1°C a menos que a temperatura externa, durante o período de medições.

As medidas de umidade relativa do ar indicaram valores, durante o período, que variaram de 50% a 60%, enquanto que, externamente, houve uma variação de 55% a 80%.

A comparação entre as medidas de temperatura do ar e radiante, indicam diferenças compatíveis com as realizadas nas condições anteriores, ou seja, nas áreas localizadas no quadrante Noroeste, o calor radiante é mais acentuado que nos demais, principalmente no setor 11, onde a fachada é uma cortina de vidro.

7.3.4 - CONCLUSÕES PARCIAIS.

7.3.4.1 - EDIFÍCIO “A”.

A diferença de temperatura constatada no **setor B** do 4º pavimento desse edifício, nas condições de uso, parece justificar a reclamação dos usuários, uma vez que esse setor é passagem obrigatória para quem se desloca no andar. Dos fatores que ocasionam essas diferenças de temperatura, destacamos os que parecem ser mais significativos, tais como: proximidade às vidraças, ser servido por final de dutos de

insuflamento de ar-condicionado, onde, por consequência, apresenta menores vazões de ar frio (menor velocidade do ar induzindo uma sensação de calor) e apresentar uma densidade ocupacional aparentemente mais elevada, uma vez que a configuração do *lay out* nesse setor é relativamente homogênea e aproximadamente igual à do **setor A**, embora não apresentando divisórias altas. Considerando que a temperatura do ar no ambiente desse setor é próxima da temperatura radiante média e que a parcela de radiação infravermelha do meio é aproximadamente igual à do **setor A**, podemos concluir que o ar nesse ambiente é realmente mais quente.

Pelas características dos resultados das medidas, concluímos que: os **setores A e C** apresentam condições de climatização artificial equilibradas; o **setor B** não apresenta condições de temperatura favoráveis, uma vez que parece ser mais quente e seco que o desejável.

Nas condições naturais do edifício, ou seja, desocupado e sem ar-condicionado, tendo sido diagnosticado o **setor C** do 4º pavimento como sendo o mais quente, considerando que não havia geradores de calor internos, concluímos que o fato pode ser devido à grande área de envidraçamento existente no local, a qual parece ser excessiva, ao ponto da temperatura interna chegar a ser igual à externa, embora as sensações fossem diferentes interna e externamente, uma vez que as janelas estavam fechadas e não havia corrente de ar no interior do edifício. Além disso, as características dos vidros utilizados, sob o ponto de vista da absorção e fator solar, podem não estar adequados para essa fachada.

Tendo em vista esses fatos, concluímos também que, para se retirar a carga térmica devida à insolação nesse setor, deve consumir, proporcionalmente aos outros setores, mais energia elétrica, pois, o nível de solicitação de ar frio é provavelmente maior.

Com relação às áreas como sanitários e apoio técnico, de acordo com o que foi diagnosticado, existem diferenças de temperatura significativas com relação aos ambientes climatizados artificialmente (até 2° C nos sanitários e salas de equipamentos gerais e + de 10° C na sala de máquinas dos elevadores). Considerando que uma pessoa, em condições normais de saúde, permanecendo em um edifício por

um período de 9 a 10 horas por dia, provavelmente usará o sanitário, no mínimo, duas vezes ao dia, sofrendo bruscamente essa diferença térmica. Como o uso dos sanitários é frequente, este é um aspecto que carece maior atenção por parte dos projetistas, no sentido de promover melhores condições de ventilação, para que o usuário não se sujeite, de forma tão sensível, a variações térmicas de tal amplitude.

No que diz respeito às áreas técnicas, tudo indica que o conforto térmico nesses ambientes não representa motivo de preocupação nem para os projetistas nem para os responsáveis pelas condições físicas do edifício, uma vez que a frequência de pessoas nesses locais é pequena, ou seja, apenas pelos funcionários de manutenção, os quais não se manifestam a esse respeito, embora as condições ambientais não sejam boas, conforme diagnosticamos.

Sob o ponto de vista da automação, tendo em vista a análise das variáveis integrantes do processo de condicionamento do ar (temperatura e umidade do ar), consideramos que o sistema opera segundo informações que não traduzem completamente as sensações dos usuários, uma vez que essas são determinadas pela temperatura efetiva, definida pela combinação de temperatura, umidade e velocidade do ar. Além disto, pela sua localização, a temperatura e umidade medidas, não traduzem a realidade dos ambientes. Este fato foi comprovado em visitas a esse edifício, quando, observando a tela do computador (gerenciador), a qual representava o pavimento em que nos encontrávamos, fizemos medidas instantâneas de temperatura do ar no ambiente e comparamos com a equivalente feita pelo sensor atuante naquela área. Identificamos uma diferença de aproximadamente 2° C, ou seja, o ambiente estava mais quente que a temperatura acusada pelo sensor. Isto leva a crer que as informações fornecidas ao sistema são questionáveis, a partir do momento em que o operador do sistema recebe, frequentemente, reclamações dos usuários (em geral de calor) e, por consequência, realiza intervenções manuais, modificando *set points* de temperatura, para que o sistema de ar-condicionado altere seu modo de operação para atender às solicitações dos reclamantes.

Esse tipo de intervenção pode, ou não, alcançar resultados positivos. Para que se diminua a sensação de calor ou frio nos ambientes, os parâmetros comparativos

devem ter seus valores diminuídos ou aumentados, conforme o que se desejar; no entanto, antes de se realizar tais operações, é necessário que se façam análises das condições do sistema de ar-condicionado através das telas representativas do mesmo, já apresentadas anteriormente no item 7.3.2.4 deste capítulo. Interpretações erradas ou inexperiência técnica podem levar o operador a tomar decisões erradas ou inúteis; por exemplo, em dias quentes, quando o sistema de ar-condicionado já está funcionando com toda sua capacidade, mudanças de *set points* não resolvem, pois, essas modificações só iriam solicitar um rendimento maior do que o sistema poderia oferecer naquelas condições. Quando ocorrem fatos dessa natureza, o usuário reclama que seu pedido não foi atendido, uma vez que ele não sentiu modificação nenhuma no seu ambiente.

Uma vez automatizado, o sistema é programado para “funcionar sozinho”, sem intervenções humanas, a menos da manutenção dos equipamentos. No entanto, o que ocorre é que, embora o sistema de automação pareça satisfatório para o que se propõe, uma vez que concentra em seus automatismos uma série de decisões e supervisões, acreditamos haver pontos de incompatibilização, não só na concepção da automação, como também no próprio sistema de condicionamento do ar, representados aqui, pela alta incidência de intervenções manuais em virtude de desconforto dos usuários. Além disto, as próprias características arquitetônicas do edifício produzem efeitos que, certamente, representam parcela significativa no desempenho final desse processo.

Finalmente, concluímos que os principais fatores que intervêm no desempenho do conforto térmico dos ambientes são:

- insolação (orientação do edifício e percentual de áreas de envidraçamento);
- densidade ocupacional e distribuição heterogênea, tanto de pessoas quanto de móveis, divisórias e objetos;
- vazões menores em finais de dutos horizontais e verticais de insuflamento;
- falta de capacitação técnica para operadores do sistema de automação.

7.3.4.2 - EDIFÍCIO “B”.

Pelas características expostas no diagnóstico, tendo em vista que nas condições naturais o edifício apresenta condições térmicas bem definidas (região Oeste mais quente que a Leste), aparentemente se justifica a opinião dos usuários. Entretanto, essas diferenças se tornam bem menos acentuadas nas condições de uso, ou seja, com o sistema de ar-condicionado em operação. Essa situação é compreensível considerando que o balanceamento dos pontos difusores de ar frio é diferente nas diversas áreas do pavimento, ou seja, vazões maiores nas áreas mais quentes, uma vez que as condições ambientais climatizadas artificialmente sugerem uma razoável homogeneidade.

Sabemos que a flexibilidade proporcionada pelas lajes livres permite as constantes mudanças de *lay out* sugeridas pelos usuários, em função de suas necessidades. Essas mudanças alteram sobremaneira as condições de conforto térmico nos ambientes, principalmente, quando há o enclausuramento de áreas (delimitações por divisórias até o teto). O que ocorre é que, ao se fechar determinada área, ela se torna mais quente, principalmente se estiver situada próxima à fachada, requerendo, portanto, maior insuflamento de ar frio. Nessas condições, as áreas vizinhas, no caso abertas, ficarão mais frias, se forem servidas pelo mesmo duto de insuflamento, já que a vazão nos difusores em um determinado setor é controlada por uma única válvula VAV. Sendo assim, as mudanças sugeridas são cuidadosamente planejadas, de forma a que se tenha o menor prejuízo possível nas condições ambientais; mesmo assim, são necessários ajustes pontuais de vazões (manuais), requerendo pessoal técnico especializado.

Dos setores mais quentes, destacamos o **setor 11**, onde as diferenças de temperatura são mais acentuadas. Esse fato parece ocorrer em função da fachada totalmente envidraçada, dando indícios que esse percentual de vidros é desfavorável, sob o ponto de vista térmico, tendo em vista sua localização (fachada Norte).

Como principais fatores intervenientes no desempenho do conforto térmico dos ambientes desse edifício, apontamos os seguintes:

- grande percentual de vidros em fachadas orientadas ao Norte;
- incidência de divisórias altas (fechadas).

CAPÍTULO 8

OUTROS SERVIÇOS INTEGRADOS AO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO.

Para a formulação dos principais conceitos e para a organização do *check list* que norteou o levantamento de campo relativo aos aspectos de segurança pessoal, patrimonial, elevadores e aspectos de economia energética, foram utilizados principalmente os desenvolvimentos teóricos e pragmáticos elaborados pelos autores listados abaixo, complementados e adaptados às características dos edifícios objetos de estudo pela autora desta dissertação. Embora existam outras obras referentes ao assunto, sendo que algumas delas foram também consultadas, essas se apresentaram suficientes para atender aos objetivos da dissertação quanto aos itens em análise neste capítulo. Dos autores consultados, destacamos: Art (1993), Bauer (1993), Berto (1996), Castro Neto (1994), Eastwell (in: Atkins, 1988), Filippi (in: Tronconi, 1990), Gappo (1995), Gil (1996), Gomiero (1993), Gonçalves (in: Técnica, nº 12, 1994), Hodgkinson (In: Atkins, 1988), Kato et al (1994), Marte (1995), Nolli (in: Tronconi, 1990), Ono (1991), Rosso (1975), Seito (1996), Souza (1996), Transue (1990), Walter (in: Atkins - ed., 1988), Catálogos técnicos das Indústrias Villares.

Os dois primeiros citados são largamente utilizados em edifícios, como por exemplo, de escritórios; o terceiro é mais utilizado em imóveis sujeitos a incêndios de propagação rápida, como por exemplo, indústrias químicas ou petrolíferas.

Além dos sensores citados, existem outros equipamentos mais sofisticados, como: detectores de faíscas elétricas, câmaras de análise e câmaras de aspiração, destinados não só à detecção, como também à análise do evento e combate.

B - Intervenção.

A extinção de um incêndio pode ser feita de três maneiras:

- remoção do combustível;
- abafamento e
- resfriamento.

Utilizando-se, basicamente, as seguintes substâncias:

- água;
- espuma química;
- pó químico;
- anidrido carbônico ou
- gás halógeno.

As substâncias relacionadas são específicas para cada tipo de incêndio, de acordo com sua origem e materiais combustíveis, bem como a maneira de extinção. Por exemplo, restringe-se a utilização da água como extintor nos casos de combustão de materiais líquidos, metais altamente reativos com a água (metais alcalinos, titânio e outros) que podem apresentar perigo de explosões, além de locais onde há equipamentos elétricos ou eletrônicos, dada sua propriedade de condutibilidade elétrica. Em áreas onde há grande incidência de equipamentos dessa natureza, a

extinção é feita através de aspersão de CO₂; quanto ao gás halógeno, pela sua toxicidade e agressão à camada de ozônio, não é recomendada a sua utilização.

O tempo entre o início do incêndio e sua detecção é variável, em função das suas características, o qual se desenvolve segundo as fases distintas já citadas. Na maioria dos casos de incêndio, a primeira fase de desenvolvimento é lenta, durante a qual, há maior possibilidade de reconhecimento do perigo. Um reconhecimento rápido representa um ganho importante de tempo entre o momento inicial da intervenção e a ação dos bombeiros. Essa razão reforça a necessidade de implantação de sistema de detecção tal que apresente uma organização capaz de reagir nos primeiros momentos de alarme, dispondo, naturalmente, dos meios necessários para sua atuação.

Além dos sistemas manuais convencionais de extinção como, por exemplo, os extintores e hidrantes, existem sistemas automáticos que, associados a sistemas de detecção e alarmes eficientes, são acionados quando confirmada a necessidade. Isto é, os sensores instalados nas zonas definidas do edifício enviam sinais à central processadora e esta, cumprindo um programa preestabelecido, aciona o sistema de extinção adequado, bem como determina medidas adicionais de segurança, viabilizadas pela integração dos sistemas de gerenciamento de instalações e segurança contra incêndio, quais sejam:

- parada do sistema de ar-condicionado;
- fechamento de portas corta-fogo;
- acionamento do sistema de extração de fumaça das antecâmaras das escadas de emergência;
- avisos sonoros e luminosos;
- direcionamento dos elevadores para um único andar de segurança e abertura de suas portas;
- desligamento do sistema de iluminação;
- garantia de iluminação de emergência e outros.

Esse sistema automático de extinção deve, inclusive, permitir a anulação manual das ordens de operação.

Podemos citar alguns elementos possíveis de serem utilizados como: rede de *sprinklers*; distribuição de CO₂ e distribuição de halon.

8.1.1.2 - Integração.

Um efetivo programa de segurança contra incêndios em edifícios é um aspecto de considerável complexidade, considerando o tamanho da edificação, o tipo de ocupação e, atualmente, o nível de sofisticação, principalmente em edifícios de escritórios, onde o emprego de equipamentos de trabalho e instalações de conforto são cada vez mais presentes.

A maioria dos edifícios, “inteligentes” ou não, adotam sistemas de prevenção e combate a incêndios, tanto pela necessidade de segurança, quanto pela obediência às normas regulamentares específicas. Entretanto, com os avanços tecnológicos, iniciados há aproximadamente 40 anos, o emprego de programas de segurança contra incêndio se tornou mais aprimorado, contando com a utilização de componentes físicos de controle de incêndio, bem como de gerenciamento de informações. Esse tipo de programa, hoje em dia, é parte integrante e, de certa forma obrigatório em edifícios comerciais modernos, os quais são ocupados por empresas cada vez mais exigentes com relação à segurança de seus funcionários e seu patrimônio.

Pela integração, supõe-se que componentes no sistema são compartilhados e que aquele subsistema individual pode compartilhar uma base de dados comum, de modo que as características de operação de um sistema são dependentes umas das outras. Por exemplo, um sistema de detecção inteligente de fogo, poderia ser integrado com um sistema de gerenciamento do sistema de ar-condicionado, de modo que os sinais sendo recebidos dos detectores de fumaça, pudessem ser comparados com sinais de temperatura recebidos por sensores de temperatura ambiente. Com *software* apropriado, isto pode ajudar a confirmar a real condição do fogo.

Aliada ao emprego de sistemas de supervisão e controle de segurança, outros fatores são indispensáveis ao bom desempenho do programa. Neste sentido, apontamos a qualificação do operador, que deve ter conhecimentos não só sobre o funcionamento individual dos elementos do sistema, como também sobre a maneira como eles funcionam em conjunto, para que os objetivos do programa de segurança contra incêndios sejam atingidos.

Segundo Castro Neto (1994), um sistema automático de detecção bem dimensionado pode desenvolver um programa completo de proteção, baseado nas características quase sempre previsíveis do desenvolvimento de um possível incêndio. No entanto, não elimina a supervisão e o controle do ser humano, que deve estar atento 24 horas por dia.

Os serviços de segurança contra incêndio ligados ao sistema de automação têm uma coisa muito importante em comum: eles necessitam ser monitorados por um ser humano. É lógico, portanto, considerar a integração desses serviços em instância a um nível que permita todas as mensagens de alarme serem mostradas na tela do computador.

É lógico também, integrar segurança patrimonial e pessoal e sistemas de gerenciamento de energia, porque eles podem se beneficiar pelo uso comum de uma mesma base de dados e podem, em muitos casos, compartilhar a mesma tecnologia, se não, os mesmos componentes.

Em edifícios pequenos, múltiplos alarmes é muito raro de acontecer, mas em edifícios grandes, como o número de sinais de entrada no sistema pode ser muito grande, a probabilidade de múltiplos alarmes cresce consideravelmente, especialmente em emergências como incêndio. O operador experiente ou engenheiro pode monitorar o sistema inteiro, diagnosticar falhas e, em alguns casos, efetuar reparos temporários pela estação central. Isto permite manutenção rápida e mais eficiente e, mais significativamente, reduz os transtornos para os usuários.

Outra característica importante dos sistemas é a necessidade de flexibilidade para poder absorver novas tecnologias.

Os dispositivos de controle ativos, no caso de edifícios automatizados, são definidos a critério de especialistas, tanto da área de instalações de proteção contra incêndios quanto da área de automação, no que se refere a sistemas de detecção, alarme, comunicação de dados e integração a outros sistemas, em alguns casos. Esses dispositivos podem ser divididos em quatro categorias, quais sejam: **sistemas automáticos de combate ao fogo** como, por exemplo, sistemas de *sprinklers*; **equipamentos manuais de extinção** (extintores portáteis, mangueiras e outros); **gerenciamento das informações**, incluindo comunicação com o corpo de bombeiros, sistemas de detecção e alarme e sistemas de comunicação; **interface de controle com outros sistemas**, incluindo equipamentos de ar-condicionado, elevadores e liberação de portas.

O desenvolvimento da eletrônica tem criado oportunidades de interfaces ou a integração dos sistemas de segurança contra incêndio com outros sistemas de controle e comunicação. Essa integração, que já teve custos elevados há alguns anos (por volta de vinte e cinco anos atrás), hoje, com os avanços da tecnologia em microprocessadores, houve uma redução em seus custos bastante significativa, oferecendo vantagens econômicas, além das funcionais.

Como foi visto, existem, hoje, várias opções de ferramentas disponíveis para arquitetos, engenheiros e operadores de sistemas prediais. O desafio para esses profissionais é a escolha certa das ferramentas para cada caso (edifício), uma vez que a escolha está condicionada às necessidades do edifício e seus ocupantes como também dos fatores econômicos.

Entretanto, o uso dessas ferramentas está condicionado a testes e inspeções periódicas, feitos por pessoas credenciadas, além de manutenção adequada através de ações preventivas e corretivas.

O desenvolvimento de um incêndio em edifícios é intimamente dependente do momento em que o fenômeno é descoberto, da sua velocidade de propagação e do tempo decorrido entre a descoberta do fogo e o início do combate (**tempo de resposta**).

Em situações de emergência, o tempo de resposta é determinante sobre o que acontecerá em seguida. Por exemplo, se um evento é detectado, profissionais experientes conseguem controlar a situação com recursos manuais em até 5 minutos após o início do incêndio. Nesse aspecto, a inclusão de dispositivos de detecção e alarme automáticos no sistema integrado, contribui de maneira significativa, abreviando o tempo de resposta; isto é, pelo monitoramento das informações através do computador, o tempo entre a detecção e as atuações de combate pode ser bastante reduzido, dada a velocidade com que se toma conhecimento da situação.

A associação da eletrônica avançada e tecnologia digital com *softwares* capazes de aumentar a capacidade de informação e tomar decisões baseadas em parâmetros que alimentam o sistema (*set points*), tem sido, segundo Seito (1996), considerado “sistema inteligente”, embora o autor refira que este fato está longe do que pode ser considerado como um “engenho inteligente”. No entanto, são sistemas mais eficientes do que os apenas automáticos.

A escolha do sistema mais conveniente a cada empresa deve ser feita a partir de metas de segurança onde custo x benefício é o fator preponderante, comenta Seito (1996), sem, no entanto, desconsiderar outro aspecto importante, qual seja, a necessidade de flexibilidade para poder absorver novas tecnologias. O autor considera que consultas bibliográficas podem auxiliar na decisão da escolha.

Entretanto, Berto (1996) sugere que, praticamente, não existe bibliografia especializada nesta área, ficando, as consultas, segundo Seito (1996), reduzidas a catálogos de empresas que fornecem: sensores, placas de controle, sistemas de combate a incêndios, sistemas de alarmes e detectores e equipamentos.

A alta tecnologia em equipamentos de segurança contra incêndios oferece oportunidades de aplicação, as quais estão sendo absorvidas no mercado brasileiro; entretanto, não existe regulamentação nesse sentido. Segundo o referido autor, países com maior tradição em segurança contra incêndios adotam regulamentos compulsórios os quais prevêem a incorporação de novas tecnologias quando estas surgem.

Na opinião dos vários autores consultados, de um modo geral, a legislação brasileira sobre este assunto (prevenção e combate a incêndios) é falha, tendo em vista que ela estabelece obrigatoriedade apenas para equipamentos de combate, tais como extintores e hidrantes que, na maioria das vezes, são insuficientes em situações mais graves.

Tanto no Brasil quanto no exterior, os requisitos básicos exigidos por lei, relativos à segurança contra incêndio, se restringem a itens de segurança tais como: rotas de fuga, iluminação de emergência, sinalização de saída e alarmes adequados, além dos equipamentos de extinção convencionais. A integração de sistemas de segurança ao sistema de automação não é exigida nem controlada. Entretanto, em países desenvolvidos, como por exemplo Inglaterra, existem órgãos que controlam esse tipo de serviço e, embora não seja obrigatória a sua instalação, esses órgãos determinam padrões para equipamentos e serviços que, se adotados pelas empresas, passam pela sua aprovação. A exemplo disto, citamos o *Fire Officers Committee (FOC)*, que faz parte do *Loss Prevention Council (LPC)*, na Inglaterra, o qual é o corpo responsável pela garantia de que os sistemas de segurança contra incêndio sejam projetados, instalados e usados, de acordo com os padrões reconhecidos.

A confiabilidade do sistema de proteção contra incêndios é um item que requer cuidados especiais, uma vez que falhas acarretam consequências desastrosas e irreversíveis. Atualmente, tendo em vista a rapidez com que o sistema de alta tecnologia se renova, há dificuldade na elaboração de normas de desempenho para esse tipo de sistema; sendo assim, a verificação da confiabilidade de seus equipamentos fica prejudicada, uma vez que sua avaliação se baseia em padrões de desempenho previamente definidos. Entretanto, a elaboração dessas normas é uma

preocupação universal, embora estejam sendo elaboradas apenas nos países desenvolvidos, onde ensaios de desempenho conferem certificação de conformidade aos sistemas.

Dos equipamentos disponíveis específicos para detecção e combate a incêndios, citamos alguns que podem fazer parte do sistema de segurança controlado pela informática, cujos funcionamentos se dão de forma interligada e complementar, apesar de se ligar à Unidade Controladora da Rede apenas para fornecimento de dados, quais sejam: detectores de fogo e fumaça, equipamentos direcional de combate de incêndio, como canhões automáticos de água e espuma, os *sprinklers*, sistemas de fechamento de portas corta-fogo, registros corta-fogo, as cortinas corta-fogo.

Os detectores inteligentes, de tipos conforme citados, supervisionam a ocorrência de fumaça e calor e enviam sinais analógicos (valores) à Unidade Central de Controle, ligada ao sistema de automação predial, a qual deve acionar alarmes, caso os valores recebidos ultrapassem os preestabelecidos como limites ambientais.

Módulos (monitor e de controle) têm funções específicas: de supervisionar dispositivos como chave de fluxo, detectores e acionadores manuais convencionais e contatos, em geral; comando supervisionado de quadros elétricos, dampers corta-fogo, desligamento de equipamentos e outros.

Através da monitoração de chaves de fluxo na rede de *sprinklers* é possível detectar-se o consumo de água nessa rede; outra forma é exercer-se supervisão e controle sobre as bombas *jockey* (bomba secundária de incêndio) e bomba de hidrantes (bomba principal).

Em substituição aos tradicionais painéis indicadores (painéis sinópticos) de incêndio, muitos sistemas com monitores coloridos exibem, além da identificação do alarme, plantas de localização deste e procedimentos aplicáveis, como por exemplo, o ramal do brigadista de incêndio daquele andar.

Cada elemento do circuito, possuindo endereço, permite localizar exatamente o ponto de origem de um sinal de incêndio ou defeito.

Como exemplo de equipamentos, também produtos de novas tecnologias, Seito (1996) cita os detectores de fogo, chama e fumaça cada vez mais sensíveis e confiáveis que visam eliminar as falhas e alarmes falsos, desenvolvidos pela empresa suíça Cerberus e a japonesa Nohmi Bosai. Outros produtos, também resultantes de avanços tecnológicos, merecem destaque, tais como: rádios para comunicação com os bombeiros; *robots* que auxiliam em resgates mais difíceis; materiais de construção; tecidos isolantes térmicos não propagantes e resistentes às chamas; isolantes térmicos à base de lã cerâmica, utilizados para proteção de estruturas metálicas e outros compartimentos de risco; espessantes de água, que em solução com a água de combate ao fogo, aumenta sua propriedade de adesão à superfície do material; plásticos termo-sensíveis, dentre vários, também citados por outros autores.

8.1.1.3 - Verificação *in loco* das condições dos sistemas de segurança contra incêndios.

Baseando em requisitos de desempenho apontados por diversos autores pesquisados, elaboramos um roteiro para entrevistas com pessoas chaves ligadas à manutenção e supervisão dos edifícios, cujas informações, aliadas às observações físicas e documentação fotográfica, foi possível situar os dois edifícios estudos de caso no contexto da segurança contra incêndio, bem como da automação.

Destacamos que, embora a proposta seja a verificação do nível de aplicação de sistemas automatizados e seu funcionamento, incluímos algumas questões relativas às medidas de proteção contra o fogo previstas em projeto, bem como a qualidade das instalações, tendo em vista o desempenho do sistema estar condicionado às inter-relações dos diversos aspectos relativos ao assunto.

Apresentamos, a seguir, o roteiro e, em seguida, descrevemos a situação dos dois edifícios.

Roteiro

1. Basicamente, quais os componentes do sistema de combate a incêndios?
2. De que materiais esses componentes são constituídos?
3. Quais são os elementos de detecção e alarme que fazem parte do sistema (especificar)?
4. Quais são os elementos de extinção?
5. Quais são os elementos de controle (automáticos e humanos)?
6. As rotas de fuga são desobstruídas?
7. São feitas verificações (inspeções) periódicas em:
 - Portas corta-fogo
 - Funcionamento dos pressurizadores/exaustores
 - Instalações elétricas
 - Cargas de extintores
 - Pára-raios
 - Iluminação de emergência
 - Funcionamento da detecção (baterias)
 - Alarmes (funcionamento, audibilidade, cargas de baterias ou gerador)
 - Extintores (condições, recarga, teste hidrostático)
 - Hidrantes (funcionamento, registro de recalque, registro globo, esguicho, mangueiras)
 - Instalações fixas (*sprinklers*)
8. Onde se localizam os sensores?
9. Qual o número de sensores por pavimento (de fumaça, temperatura e chamas)?
10. Qual a relação da altura dos ambientes (pé direito) para a incidência de alarmes?
11. Existem alarmes falsos? Em que situações?
12. Quando isto ocorre, quais providências são tomadas?

13. Como são os sensores em locais de pé direito alto? Em que posição são colocados?
14. Qual a área de atuação de cada detector de incêndio (fumaça, chama e calor)?
15. Na falta de energia elétrica, o que acontece com o sistema?
16. As rotas de fuga são sinalizadas?
17. Há fácil acesso para brigada de incêndio?
18. Os componentes do sistema são seguros quanto à explosão?
19. São também quanto ao calor?
20. São isolados quanto à condução de corrente elétrica?
21. São constituídos de materiais combustíveis?
22. São materiais duráveis?
23. Resistem a choques e vibrações?
24. Estão protegidos de poeira, umidade externa ou outros agentes?
25. O sistema permite boa acessibilidade para manutenção?
26. A instalação é complicada?
27. A instalação compromete a estética do edifício?
28. Permite modificações diante das necessidades?
29. Depois da ocupação do edifício, já foram realizadas modificações no sistema?
30. O sistema de combate a incêndios é controlado através do sistema de automação?
31. Este sistema é interligado a outros? Quais?
32. Qual a sequência de informações que o computador fornece em caso de ocorrência de incêndio?
33. Quando dá alarme de incêndio, quais providências são tomadas?
34. Quem decide o que fazer?
35. O que o sistema automatizado faz (sequência de atuações)?
36. Quais os maiores motivos de alarme de incêndio ?
37. Quais os locais onde há maior incidência de alarmes? Por que?
38. Com que periodicidade há a incidência de alarmes de incêndio?
39. Existem equipes de manutenção específicas para este setor?
40. Qual a qualificação do pessoal de manutenção?
41. Qual a periodicidade de inspeção?
42. Em que o sistema de automação contribui para o desempenho do sistema contra incêndio?

Situação dos edifícios.

Em ambos os edifícios, existem configurações básicas de prevenção e proteção semelhantes, cujos sistemas são formados por componentes, quais sejam:

- detectores
- alarmes sonoros e luminosos
- rede de *sprinklers*
- hidrantes
- extintores de água, pó químico e CO₂
- caixa d'água com reserva para incêndio
- bombas de pressurização de rede de água de combate
- portas corta-fogo
- áreas (compartimentos) de segurança à prova de fogo
- escadas enclausuradas com sistema de exaustão

Foto 8.1 - Bombas do sistema de combate a incêndios - edifício "A"

Foto 8.2 - sala de recepção da diretoria - extintores - edifício "A"

Além desses elementos, no edifício “B” existe uma linha telefônica “*hot line*” que permite a comunicação direta e simultânea de pontos determinados de cada andar com a central de segurança. Entretanto, esse sistema apresenta falhas, ou seja, quando alguém tira o fone do gancho, ninguém mais pode se comunicar através dessa linha.

Este edifício não conta com sistemas de automação aplicado à segurança contra incêndios, de tal forma que os elementos citados são controlados manualmente, requisitando a supervisão humana ininterruptamente.

O edifício “A” conta com supervisão e controle automatizados nesse sentido e, em decorrência disto, apresenta alguns elementos específicos, como, por exemplo, *dampers* corta-fogo (*fire dampers*), situados nas redes de dutos primárias de ar-condicionado, tanto de insuflamento quanto de retorno, além de disparos automáticos de alarmes e sinalizações, tanto ao nível das áreas do edifício quanto na tela do computador (servidor), mostrando o endereço do evento.

Os elementos constituintes do sistema de segurança contra incêndios, na opinião dos técnicos entrevistados, não são seguros contra explosões e, quanto à resistência térmica, em geral apresentam condições favoráveis; entretanto, possuem alguns

pontos vulneráveis, como por exemplo, os detectores e suas fiações que, à temperaturas muito elevadas podem ser combustíveis. São isolados quanto à condução de corrente elétrica, são constituídos por materiais duráveis e resistentes a choques e vibrações. Os elementos do sistema estão sujeitos a poeira, umidade, fumaça e outros agentes; em decorrência disto, são limpos e testados periodicamente e, no caso dos detectores mais sujeitos à fumaça (por exemplo em garagens), esses têm suas câmaras óticas trocadas, quando há necessidade.

Os sistemas, nos dois edifícios, são instalados em locais que permitem boa acessibilidade para manutenção, tendo em vista a boa distância entre o forro e a laje (para redes de *sprinklers* e instalação de detectores) e *shafts* bem dimensionados (para tubulações de água de combate). No entanto, no edifício "B" a manutenção não é muito fácil, em áreas onde existem forros em grelhas e o pé direito é muito alto; esses forros são constituídos por placas que se encaixam e quando são retiradas, a sua recolocação é trabalhosa, tendo em vista que os dispositivos de encaixe se danificam (entortam) facilmente. São instalações de configurações simples, permitindo modificações caso sejam necessárias, além de não comprometerem a estética dos edifícios. Além disto, possuem autonomia de funcionamento em caso de falta de energia elétrica, sendo alimentados por geradores e banco de baterias.

Foto 8.3 - Manutenção das instalações
- edifício "A"

8.1 - SERVIÇOS DE SEGURANÇA.

Hoje em dia, a questão da segurança em edifícios de alta tecnologia, tem sido motivo de atenção por parte dos projetistas, como consequência dos riscos produzidos pela vida moderna. Estão sendo introduzidos sistemas de proteção às pessoas e ao patrimônio e, de modo mais acentuado, em edifícios de escritórios, que procuram utilizar medidas e meios técnicos e humanos de maneira associada.

Essas medidas e meios, segundo Castro Neto (1994), se dividem em três grupos:

- meios humanos: pessoal qualificado encarregado de cuidar da segurança do edifício;
- meios técnicos: em apoio aos meios humanos, visa controlar as tarefas de segurança, facilitando efetivamente a detecção de eventos e intervenção;
- procedimentos: que coordenam e integram os dois meios citados acima. Incluem os planos:

a - de segurança;

b - de emergência;

c - de evacuação e

d - de manutenção.

Há, inclusive, um reconhecimento mundial de que a eficiência de um programa de segurança deve considerar a combinação dos elementos tecnológicos, arquitetônicos e operacionais que, em sinergia, objetivam dissuadir, impedir, atrasar e responder às ameaças.

Esses objetivos são inicialmente alcançados através de elementos passivos, incluídos ao edifício pelo arquiteto, que são basicamente: cercas, muros, portas, janelas, sistemas construtivos, elementos de fachada e materiais de acabamento adequados e vários outros. Entretanto, esses elementos, por si só, não são suficientes para garantir segurança total aos edifícios. Nesta direção, são incorporados sistemas complementares de segurança que, num conceito moderno, atuam de forma integrada

entre si e entre outros sistemas, como já exemplificado no capítulo 3, sobre automação em edifícios de escritórios.

Dos sistemas de segurança apontados e já comentados no capítulo referido acima, destacamos, para esta pesquisa, os seguintes:

a - segurança pessoal: detecção e combate a incêndios;

b - segurança patrimonial:

- **sistemas de detecção perimetral**
- **sistemas de sensoriamento interno**
- **sistemas de circuito fechado de televisão (CFTV)**
- **sistemas de controle de acessos.**

Foram destacados esses sistemas para análise, pela sua inclusão nos edifícios estudos de caso. Abordamos esses aspectos, inicialmente de forma conceitual e, posteriormente, de forma prática, a qual envolveu entrevistas, observações físicas e documentação fotográfica.

8.1.1 - SEGURANÇA PESSOAL - DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS.

Um incêndio pode ser definido como sendo uma combustão incontrolada de materiais ou estrutura inflamável.

Seu desenvolvimento no tempo e no espaço depende de inúmeros fatores, como também depende de inúmeros fatores, o desenvolver de uma reação de combustão. Pode-se distinguir quatro fases que caracterizam a evolução de um incêndio:

- início do fogo;
- combustão lenta;
- combustão viva;
- propagação do incêndio.

A figura abaixo destaca as fases de evolução do incêndio, bem como os fenômenos nelas produzidos.

Fig. 8.1 - Fases do incêndio.
 Fonte: Nolli (in: Tronconi, 1990, p. 277)

O início do fogo pode ser provocado artificialmente por agentes tais como: cigarros, explosões de substâncias químicas, pequenas chamas, faíscas elétricas, descargas elétricas da atmosfera, entre outros, como pode ser também espontâneo, devido a fenômenos de autocombustão.

As fases citadas acima se caracterizam pela intensidade de chamas e pelos efeitos que podem gerar, sendo que, na primeira e segunda fases, não há ocorrência de chamas e sua extinção, se detectada a tempo, é relativamente fácil. Nas duas fases seguintes, além das chamas, há aumento de temperatura nos locais e produção de fumaça e/ou gases também tóxicos, dependendo do material em combustão, além de se estender pelas áreas dentro do edifício e, até para edificações vizinhas, tendo em vista a velocidade de propagação do fogo, a qual dependerá basicamente dos materiais inflamáveis existentes, aberturas de janelas, elementos construtivos de fachada, velocidade do vento, proximidade a outras edificações e outras.

Segundo Rosso (1975), o calor gerado pelo fogo pode ser transmitido de várias formas, influenciando na sua propagação. Basicamente, são três as formas: condução, convecção e radiação. A condução ocorre entre dois corpos de temperaturas diferentes em contato direto; em edifícios, pode haver condução de calor através de

canos, tubos, dutos metálicos e outros elementos também metálicos. A convecção se caracteriza pela movimentação de gases quentes que se direcionam para o forro e paredes, pré-aquecendo outras fontes combustíveis. Esses gases também transmitem calor através de aberturas verticais, como por exemplo, dutos, *shafts*, caixas de escada, poços de elevadores e outros; além disso, o ar aquecido, pela sua expansão, exerce pressão sobre portas, janelas e outros materiais frágeis, podendo penetrar por qualquer abertura. A radiação é a forma de transmissão de calor através de ondas que, no incêndio, correspondem ao infravermelho; essa aumenta muito mais rapidamente com a elevação da temperatura do que as primeiras e representa o processo mais importante da propagação do fogo no edifício ou entre edifícios.

As figuras a seguir ilustram essas formas de propagação do calor.

Fig. 8.2.A - Convecção

Fig. 8.2.B - Condução

Fig. 8.2.C - Radiação

Fig. 8.2.D - Convecção e radiação

Fig. 8.2.E - Efeito Chaminé

Figs. 8.2 A/E - Formas de transmissão de calor

Fonte: Rosso (1975, p. 106)

Adaptadas pela autora da dissertação.

Um incêndio pode ser detectado através dos fenômenos característicos, tais como:

- variações de temperatura ambiente, através de sua emissão de energia térmica;
- presença de chamas, através da emissão de energia radiante de espectro visível e
- presença de fumaça, através da ocorrência de partículas em suspensão, produtos da combustão.

No entanto, não existe uma ordem de detecção dos fenômenos (primeiro fumaça, segundo chama e depois temperatura), uma vez que, as condições do ambiente onde ocorre o evento (altura entre piso e teto, intensidade de compartimentação, áreas de aberturas, ventilação no local, dentre outras), definirão a sequência de sua identificação.

Apesar da rápida evolução tecnológica, no Brasil, o nível de medidas preventivas contra incêndios não teve o mesmo desenvolvimento, considerando o grande número de tragédias que se tem notícia. Grandes incompatibilidades entre as propostas de inovações tecnológicas em sistemas de segurança contra incêndios e as concepções, construções e ocupações dos edifícios são observadas, considerando que as mudanças

nos modos de trabalho implicam em concentrações cada vez maiores de materiais combustíveis, máquinas e equipamentos e a pouca familiaridade com as técnicas modernas de prevenção. As mudanças ocorridas na concepção de edifícios de escritórios nos últimos 30 anos, passando de edifícios compartimentados, com grande percentual de alvenarias ou estruturas, para edifícios leves, com lajes livres e alto índice de envidraçamento (escritórios panorâmicos), provocou uma mudança significativa nos conceitos sobre segurança contra incêndio. O tipo de ocupação atual dessas áreas, onde o espaço aberto é compartimentado em áreas pequenas por divisórias, pioram a situação dos edifícios com relação a esse tipo de segurança, uma vez que aumenta a carga incendiária e dificulta a passagem das pessoas para o abandono do local, quando em caso de emergência.

Outras inclusões, como por exemplo, forro falso, lâmpadas fluorescentes fixas nos forros, falta de alvenarias corta-fogo nos andares, bem como alturas elevadas, também são fatores condicionantes para uma mudança conceitual a respeito dessa segurança.

Segundo Bauer (1993, p. 3), “a insegurança aumenta ainda quando, em vez de ter vários espaços pequenos fechados, estamos confrontados com um único espaço aberto sem limitação horizontal cobrindo todo o andar”.

Nos programas de segurança contra incêndios, são utilizadas medidas preventivas e protetoras, sendo que as preventivas estão intrinsecamente relacionadas ao projeto e execução do edifício.

No caso desta pesquisa, enfocamos as medidas de proteção por estarem diretamente relacionadas com sistemas de automação, embora o desempenho do programa de segurança contra incêndios dependa da compatibilidade entre esses dois tipos de medidas.

As medidas de proteção contra incêndios são classificadas em: **passivas** e **ativas**. As **passivas**, independentes de qualquer acionamento em caso de emergência, se expressam pelo controle de materiais estocados ou em utilização, meios de escape para as pessoas, compartimentação dos ambientes, proteção das estruturas e outros;

as **ativas**, que são acionadas quando há ocorrência de incêndio, são representadas pela ativação de dispositivos tais como: detectores e alarmes, ventilação de incêndio, contenção de fumaça, equipamentos de extinção e, no caso de ser integrados aos demais sistemas prediais, através de *softwares* de automação, determina o desligamento de sistemas de ar-condicionado, direcionamento de elevadores para um pavimento de segurança, desligamento dos circuitos elétricos, manutenção da iluminação de emergência, sinalização das rotas de fuga através de painéis luminosos, entre outros.

8.1.1.1 - Medidas de Proteção.

As medidas de proteção contra incêndio, destinadas a proteger a vida humana e bens materiais contra os efeitos nocivos do fogo, visam: a limitação do crescimento do incêndio, sua extinção inicial, limitação de sua propagação, facilitar a evacuação segura do edifício, precaução contra a propagação entre edifícios, evitar o colapso estrutural e promover rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate.

Essas medidas são definidas em função dos fatores de risco específicos de cada edifício, podendo ser apontados os seguintes:

- características da população do edifício;
- tipo de ocupação;
- natureza do edifício e
- localização do edifício.

Das medidas de proteção, destacamos as seguintes: **detecção / alarme e intervenção**.

A - Detecção e Alarme.

Esta é uma fase fundamental no processo de proteção, já que, compensando as falhas de prevenção, permite intervenção, quando o fogo ainda está no começo, evitando pânico ou prejuízos maiores.

A identificação dos fenômenos pode ser feita pelo elemento humano, através de sua sensibilidade ou, num conceito mais moderno, através de componentes mecânicos e eletrônicos (sensores).

Os detectores de incêndio são aparelhos do sistema de detecção que possuem as propriedades de registro, comparação de valores e medidas automáticas das variações dos fenômenos do fogo - fumaça, calor e chamas - e transmissão dessas informações, em forma de sinais, a uma central processadora que os interpreta.

A ação dos detectores de incêndio ocorre quando há manifestações de situações que requisitam alarmes. A fase do incêndio determinante do ponto de atuação do detector está vinculada à sua característica construtiva; sendo assim, sua especificação pelo projetista dependerá do ambiente onde será instalado, como também do tipo potencial de combustão possível de ocorrer naquele local, a fim de que a combinação dos detectores atinja um ponto de equilíbrio entre a rapidez de intervenção com um menor número de falsos alarmes.

Hoje em dia, o emprego desses componentes já se apresenta bastante significativo, tendo em vista as vantagens apresentadas, tanto com relação à confiabilidade das informações quanto à velocidade de identificação de ocorrências de incêndio.

A exemplo disto, destacamos a correlação (considerada fundamental) da altura entre o piso e o teto com a detecção de fumaça pelos sensores. A grandeza dessa altura proporciona uma diminuição da densidade da fumaça e, em locais com pé-direito alto, há necessidade de se rebaixar o sensor para que ele desempenhe corretamente sua função. Se esse procedimento não ocorre, no caso de alturas superiores a 5 metros, pode haver o risco da não ativação de alarme, pela sua insensibilidade. Outro aspecto também importante nesse sentido, é a majoração de superfícies (ou pouca

compartimentação), a qual pode propiciar dispersão da fumaça, cujo efeito atua diretamente no ato de sua detecção, reduzindo a sua possibilidade de ser detectada.

Um outro aspecto a ser considerado no dimensionamento dos detectores é a categoria de risco da área a ser protegida, o que, no entanto, se baseia em dados empíricos, tais como:

- É alto o risco para as pessoas?
- É alto o risco para o patrimônio?
- O patrimônio é insubstituível?

Outros procedimentos também importantes na determinação de pontos de instalação de sensores é a observação das distâncias máximas (em todas as direções dos pavimentos do edifício), as quais podem ser calculadas através de fórmulas específicas e utilizadas na fase de projeto.

Citamos como exemplo desses dispositivos, os abaixo relacionados:

- detectores de fumaça (por câmaras de ionização e detectores óticos);
- detectores de calor (de temperatura máxima, termo-velocimétricos) e
- detectores de chamas (óticos, de radiação infravermelha e radiação ultravioleta).

Foto 8.4 - Shaft de instalações elétricas - edifício "A"

No que se refere aos elementos de detecção do sistema, em ambos os edifícios, são utilizados detectores ópticos de fumaça e termo-velocimétricos de temperatura. Os alarmes são dados através de sirenes e as rotas de fuga são sinalizadas com luminárias de balizamento e iluminação de emergência alimentadas por banco de baterias.

Foto 8.5 - Detalhes de detector de fumaça e *sprinkler* - edifício "A"

No edifício “A”, existem, em média, 20 detectores de fumaça por pavimento, sendo que cada um atua sobre uma área de 65 m², mantendo distâncias de 7,5 m na direção transversal e 8,75 m na direção longitudinal. No edifício “B”, encontramos, também, cerca de 20 detectores de fumaça por pavimento, sendo que cada um atua sobre uma área de aproximadamente 47 m², com distanciamentos de 6,25 m na direção fachada/centro e 7,5 m na direção oposta. Nos dois casos, os detectores se localizam fixos no forro, na superfície visível aos usuários, independentemente da altura entre o piso e o teto (em áreas sem forro, com alturas maiores ou iguais a 5 metros, os detectores são fixos diretamente nas lajes).

Os alarmes, originados pelos sistemas de detecção apontados, segundo os entrevistados, sofrem influência direta de sua localização quanto à altura e enclausuramento. Por exemplo, quando estão localizados em áreas com pouca altura entre o piso e o forro, há uma maior incidência de alarmes falsos, originados pela concentração de fumaça de cigarros, o mesmo acontecendo em ambientes de escritórios delimitados por divisórias altas (até o teto). Falsos ou não, os alarmes desencadeiam uma série de providências similares nos dois edifícios, diferenciando pela forma de monitoração. Em ambos os casos, dado o alarme, inicialmente luminoso (em painéis sinópticos ou tela do microcomputador), o responsável pelo controle da segurança se comunica com o bombeiro de plantão através de intercomunicadores (geralmente *walkie - talkies*) o qual tem um tempo limite (calculado empiricamente, pela simulação da pior situação, ou seja, a maior distância entre a provável localização do bombeiro e o local do incêndio, nas áreas do edifício) de 6 minutos (edifício “A”) e 10 minutos (edifício “B”), para a verificação local do evento.

A continuidade das operações (alarmes sonoros, sinalização de emergência, evacuação do prédio e extinção) será confirmada ou cancelada pelo operador do sistema de segurança (ou até mesmo pelos diretores ou presidente da empresa, dependendo do caso), de acordo com a real situação identificada pelo elemento referido. No edifício “A”, devido ao fato de apresentar integração com outros sistemas, há uma sequência automática de algumas operações, tais como: disparo de sirenes; fechamento de *fire-dampers*; desligamento do sistema de ar-condicionado;

desligamento do sistema de iluminação e força, progressivamente, mantendo ligados os prioritários (bombas de hidrantes e *sprinklers*); os elevadores entram em procedimento de emergência (o sistema os direciona para o térreo e abre todas as portas); acionamento da exaustão das escadas enclausuradas. No outro edifício, apenas as bombas de *sprinklers* e hidrantes são controladas automaticamente, ou seja, através do monitor do microcomputador se visualiza a pressão da água nas tubulações.

Segundo os responsáveis pelos setores de segurança, o maior motivo de alarmes de incêndio é a concentração de fumaça de cigarros; no edifício “A”, foi destacado o 5º andar como local de maior incidência de alarmes, onde existem áreas com pé direito baixo e, no edifício “B”, foram apontadas todas as áreas de uma maneira geral, pela existência de lixeiras, onde são jogadas pontas de cigarros acesas, além da cozinha e salas de coifas eletrostáticas. Há uma incidência de alarmes neste edifício (“B”) de, pelo menos, uma vez por semana, o que não acontece no outro, sendo considerada rara (duas a três vezes por ano).

Quanto aos elementos de extinção, nos dois casos há a presença de extintores, hidrantes e redes de *sprinklers*; no edifício “A”, o combate nas áreas de grande concentração de equipamentos elétricos e eletrônicos (CPD) é feito com aspersão de CO₂, o que não ocorre no edifício “B”, onde o combate nessa área é feito à base de água, através de *sprinklers* especiais, dotados de válvulas que requerem confirmação manual do incêndio para abertura de válvulas “solenóides”. Neste mesmo edifício, o combate com a utilização de CO₂ é feito apenas na fitoteca e, mesmo assim, necessita de confirmação prévia pelo bombeiro. Existe também a seguinte diferença: no edifício “A”, há uma integração do sistema de segurança com o gerenciamento de energia elétrica, ou seja, uma vez detectado e confirmado um evento, ocorre o desligamento automático das instalações elétricas; no edifício “B”, esse desligamento é feito manualmente nos quadros de energia, após a verificação e confirmação pelo bombeiro do edifício.

Foto 8.6 - Sistema de combate a incêndios (CO₂) no CPD - edifício "A"

Foto 8.7 - Bateria de botijões de CO₂ - edifício "A"

Foto 8.8 - Combate a incêndios com CO₂ - Fitoteca - edifício "B"

De acordo com levantamento feito nos locais, encontramos, no edifício “A”, cerca de 85 pontos de *sprinklers*, com área de atuação de 14,0 m² aproximadamente e, no edifício “B”, cerca de 70, com área de atuação idêntica à do outro edifício. Destacamos que a distribuição dos pontos de *sprinklers*, uma vez definida, é fixa, incompatibilizando com a flexibilidade de *lay out*, ou seja, ao se criar ambientes delimitados por divisórias até o teto, esses poderão estar situados em áreas não contempladas por pontos dessa natureza, ficando, assim, desprotegidas quanto ao combate automático de incêndio. O mesmo pode acontecer com relação à posição dos detectores, aumentando a vulnerabilidade do ambiente criado.

Os elementos de controle (automáticos e humanos), no edifício “A”, onde o sistema de segurança apresenta um certo grau de automação, são representados por *software* específico de interligação da detecção ao combate, que permite uma visualização dos eventos identificados pelos detectores, através da tela do microcomputador e pelos elementos humanos: um operador da central de segurança e um bombeiro de plantão, permanentemente.

O controle no edifício “B”, é também feito pelos elementos humanos como no caso anterior, mas, o monitoramento se dá através de painéis sinópticos presentes em todos os andares do edifício e um painel sinóptico principal existente na sala de controle de segurança.

Foto 8.9 - Painel Sinóptico - edif. " B"

Em todos os elementos do sistema de prevenção e de proteção, são feitas inspeções mensais por empresas, cujos técnicos são especialistas em serviços de segurança contra incêndio; no sistema hidráulico, as inspeções são constantes, uma vez que, em ambos os edifícios, existem equipes de manutenção atuando o tempo todo.

Dos dois edifícios, apenas o “B” sofreu algum tipo de modificação no seu sistema depois da ocupação. Não nos foi relatado o tipo de modificação realizado.

No que se refere às medidas de proteção passivas contra incêndio, ou seja, aquelas previstas no projeto arquitetônico, em ambos os edifícios as rotas de fuga são bem definidas e desobstruídas, mas, no edifício “A”, a desobstrução fica um pouco prejudicada pelo arranjo do *lay out*, o qual atrapalha a fuga quando em caso de emergência. As rotas de fuga são sinalizadas por sinais luminosos e os edifícios oferecem fácil acesso para a brigada de incêndio. Foi destacado o fato de que há simulações de incêndio constantemente e, em nenhuma vez foi constatado algum tipo de problema nesse sentido.

Foto 8.10 - Sinalização das rotas de fuga - edifício "B"

Foto 8.11 - Porta corta-fogo de escada de emergência - edifício "B"

Foto 8.12 - Escada de emergência - edifício "A"

Foto 8.13 - Escada de emergência - edifício "B"

Finalmente, consultado sobre a contribuição do sistema de automação para o desempenho do sistema de segurança contra incêndios no edifício “A”, o responsável pela supervisão declarou que esta aplicação é muito eficiente pela **rapidez de informações** e que ela facilita o trabalho de combate. É um sistema **seguro** e incorre em menos erros na execução dos procedimentos de combate, pois prescinde de algumas operações manuais.

8.1.2 - SEGURANÇA PATRIMONIAL - SISTEMAS DE CONTROLE.

Os sistemas de segurança patrimonial já referidos no início do item 8.1 deste capítulo, são implantados nos edifícios com o objetivo óbvio de sua proteção contra intrusão de elementos não autorizados.

Esses sistemas operam segundo procedimentos de detecção, alarme e intervenção, de forma a garantir uma revelação automática de ações criminosas ou não, facilitando a intervenção imediata dos elementos humanos de segurança, caso necessário.

A figura abaixo (fig. 8.3) sugere a sequência de ações previstas em um sistema de segurança.

Fig. 8.3 - Tempo entre a detecção e intervenção para um sistema de segurança contra intrusão.

Fonte: Nolli (in: Tronconi, 1990 - p. 248).

Essas operações são previstas em projeto visando manter mínimo o risco de danos ao homem e seus bens, através de:

- prevenção;

- sinalização acústica que desoriente o malfeitor e
- comunicação rápida a um centro interventor.

O emprego de sensores (detectores) de intrusão deve se basear em conceitos de proteção, que se pode conseguir através de uma sensata combinação de proteção mecânica e eletrônica, em função de uma prévia análise dos riscos aos quais estão sujeitas as edificações.

Em edifícios de alto risco, uma proteção eficiente das áreas abertas é necessária, considerando possíveis espionagens ou sabotagens. Um sistema bastante utilizado nesse tipo de edifícios é o de CFTV, onde câmeras são instaladas em locais estratégicos, de forma a cobrir todas as áreas à sua volta. Entretanto, esses equipamentos podem sofrer interferências de vegetações, do clima, de animais e outros, podendo ocasionar alarmes falsos.

Outro tipo de proteção para áreas abertas é o sistema de transmissão e recepção de sinais através de barreiras de raios infravermelhos ou de microondas, considerados de alta proteção, embora simples e fáceis de instalar.

A figura abaixo, (fig. 8.4) representa, esquematicamente, o funcionamento de uma barreira formada por feixes de raios infravermelhos, instalada em espaços abertos.

Fig. 8.4 - Barreira de infravermelho.
 Fonte: Nolli (in: Tronconi 1990, p. 253).
 Adaptado pela autora da dissertação.

Segundo Castro Neto (1994) e outros autores, são raros os projetos que consideram, desde o início, conceitos de segurança patrimonial. Geralmente, após concluídas as obras, são levantadas as necessidades dos proprietários e, só então, é elaborado um programa de segurança patrimonial a ser aplicado ao edifício.

Este é um fato, talvez explicável, se considerarmos que a maioria dos edifícios comerciais são projetados e construídos para serem vendidos ou alugados posteriormente. Neste caso, há um desconhecimento, por parte dos projetistas, do tipo de empresa que deverá ocupá-lo, bem como de suas necessidades. Normalmente, se prevê um programa básico mínimo para implantação. Se o programa é previsto adequadamente, considerando as possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias, o sistema poderá ser ampliado ou modificado facilmente, de acordo com as reais necessidades da empresa ocupante, de acordo com sua política a esse respeito. Não obstante, cabe ao arquiteto conhecer essas possibilidades e os elementos constituintes dos sistemas para que, ao projetar o edifício, conte com essas ocorrências e as inclua virtualmente em seu projeto, sem o comprometimento da estética.

8.1.2.1 - Requisitos de projeto de sistemas de segurança.

Para se projetar um sistema dessa natureza, é imprescindível que se defina os requisitos de segurança, levantando, basicamente, as questões:

- quais áreas devem ser protegidas?
- qual a vulnerabilidade da área?
- que tipo de proteção será mais adequado àquela área?
- quais os objetivos da aplicação do sistema de segurança nessas áreas?
- qual o grau de coerção deve ser adotado em determinadas áreas?

Essas questões devem ser analisadas em conjunto, no mínimo, pelo arquiteto, o projetista do sistema de segurança, o usuário e o empreendedor, para que o sistema definido atenda a todos os quesitos propostos e tenha um custo x benefício satisfatório.

No item referente à definição das áreas a serem protegidas, essas são classificadas em primárias e secundárias, sendo que as primeiras são aquelas consideradas mais vulneráveis em presença de agressões; em alguns casos, as primárias são dependentes das secundárias. Art (1993) cita como exemplo, as áreas de CPD, que dependem diretamente do fornecimento ininterrupto de energia elétrica; sendo assim, a sala do *No-Break* significa a área secundária para a área do CPD.

A vulnerabilidade das áreas é analisada considerando o tipo de agressão que ela pode sofrer e os procedimentos e ferramentas que o agressor poderá utilizar; essa análise, embora subjetiva, permite à equipe, optar por algum tipo de proteção e estabelecer seu nível de sofisticação, sem desconsiderar, no entanto, meios que impeçam o sucesso da agressão.

Outros aspectos importantes a serem definidos são as áreas que devem ser restritas, os horários de trabalho dos funcionários, procedimentos de transferência de materiais, identificação de alarmes e definição do tempo de resposta para que o mesmo seja atendido. Há também que se definir o grau de visibilidade dos equipamentos de segurança, de acordo com a imagem que a empresa deseja passar aos funcionários e visitantes.

Essas questões e as demais referidas, representam a base para a definição do projeto do sistema de segurança. Entretanto, elas se complementam com providências iniciais tomadas pelo arquiteto, na concepção de seu projeto, onde são incluídos dispositivos passivos de segurança, tais como:

- cercas e muros difíceis de serem transpostos e de material resistente às intempéries;
- adequado projeto de paisagismo, de tal forma que a vegetação não atrapalhe o desempenho de possíveis dispositivos eletrônicos de sensoriamento a serem instalados;
- planejamento adequado da iluminação externa para que câmeras de TV, caso instaladas, produzam imagens nítidas e com qualidade, no período noturno;

- escolha correta do tipo de porta da entrada principal do edifício;
- previsão de espaços adequados para instalação de dispositivos de controle e bloqueios;
- integração dos equipamentos de controle de acesso ao ambiente (geralmente no hall principal);
- previsão de instalação de câmeras de TV nos elevadores;
- dimensionamento adequado da sala da Central de Controle, considerando as dimensões dos equipamentos a serem ali instalados, o tipo de controle de acesso a essa sala, bem como o período de sua utilização;
- previsão de integração do sistema de segurança patrimonial com o de segurança pessoal e demais sistemas.

8.1.2.2 - Integração de sistemas.

Os meios de controle estão diretamente relacionados com o fluxo de pessoas, restrição à entrada de pessoas não autorizadas, roubos internos, roubo de informações, vandalismos, ações terroristas e de sequestros.

Basicamente, os meios de controle utilizados nos edifícios são:

- fechaduras e chaves numeradas;
- guardas de segurança;
- crachás de identificação e
- equipamentos de detecção de intrusão.

Entretanto, esses meios não oferecem muita confiabilidade, uma vez que são dependentes da interpretação e manipulação do elemento humano. São considerados sistemas simples/não automáticos ou semi-automáticos.

Os sistemas modernos de controle, são classificados como automáticos, prescindindo, na maioria dos casos, da ação humana, a não ser para cadastramento de visitantes.

Esses sistemas, já citados e comentados no capítulo 3 deste trabalho, são adotados atualmente nos edifícios modernos; eles operam de maneira integrada e são controlados por uma central computadorizada, o que permite ao operador da Central de Controle, uma verificação simultânea das ocorrências de alarme. Por exemplo, se o sistema de CFTV opera em conjunto com o de detecção perimetral, dado um alarme, o operador pode verificar a presença de intruso no momento em que esse pulou o muro. Outro exemplo é, através da integração do sistema de segurança contra incêndios com o de CFTV, é possível o direcionamento automático das câmeras para o local onde esteja ocorrendo um princípio de incêndio, detectado pelo sensor de fumaça e temperatura, bem como a consequente gravação de imagens daquele evento.

Outras aplicações de integração de sistemas são possíveis e importantes, as quais são citadas neste trabalho, em seus diversos capítulos.

Dentre as vantagens oferecidas pela integração dos sistemas de segurança, apontamos duas que consideramos vitais: o auxílio ao operador nas tomadas de decisões e a abreviação do tempo de resposta entre a detecção de um evento e a posterior intervenção.

8.1.2.3 - Verificação *in loco* das condições do sistema de segurança patrimonial.

Este aspecto foi abordado da mesma forma como procedemos para o levantamento das questões relativas ao item sobre segurança contra incêndio; seus resultados representam indicadores reais do cenário dos edifícios, relativos a este assunto.

Roteiro

A - Questões gerais:

1. Os sistemas de segurança instalados no edifício foram previstos em projeto?
2. Foram previstas áreas adequadas e suficientes para instalação dos equipamentos e sua integração com os demais sistemas?
3. Já houve alguma modificação ou ampliação no sistema ao longo do tempo de ocupação?

B - Ameaças:

1. Quais os tipos de ameaças o edifício pode estar sujeito?
2. Existe alguma redução no nível de segurança em alguma determinada área por julgar pouca probabilidade de ocorrer ameaça?

C - Vulnerabilidade das Áreas:

1. Existe alguma área no edifício considerada vulnerável, do ponto de vista da segurança?

D - Requisitos de Segurança

1. O que é protegido no edifício?
2. Qual a vulnerabilidade da área?
3. Quais os tipos de proteção utilizados?
 - Sistemas de Controle de Acesso?
 - Sistema de CFTV?
 - Sistema de Sensoriamento Interno?
 - Sistema de Detecção Perimetral?
4. Esses sistemas são integrados entre si?
5. Quais os objetivos do sistema de segurança para cada área?
6. Existem áreas em que o sistema de segurança é coercivo?

E - Requisitos de Funcionamento:

1. Que tipo de equipamento é utilizado para proteger cada área?
2. Mais especificamente, o CPD?

F - Restrições:

1. Quais as áreas do edifício são restritas?
2. Quais os procedimentos de transferência de materiais?
3. Quais os procedimentos de identificação de alarmes?
4. Qual o tempo de resposta para que o mesmo seja atendido?
5. Qual a política da empresa a respeito da segurança (com relação aos funcionários e clientes)?
6. O sistema de segurança é visível aos usuários?
7. Qual a imagem que a empresa pretende passar para o usuário a esse respeito?
8. Os sistemas adotados provocam impacto inicial nas pessoas?
9. Para a implantação do sistema houve alguma restrição econômica?

G - Dispositivos de Bloqueio:

1. Quais os tipos de dispositivos de bloqueio utilizados?
2. Para cada área, por que a escolha desse tipo de dispositivo?

H - Segurança Perimetral (exterior):

1. As cercas e muros são facilmente transponíveis?
2. Elas oferecem condições de apoio para pés e mãos?
3. As plantas ou árvores provocam alarmes falsos ou prejudicam a visão através das câmeras do CFTV?
4. Existe algum outro fator que desencadeie alarmes falsos?
5. No período noturno, o sistema de iluminação implantado é suficiente para boa visualização pelas câmeras?

I - Sistema de Detecção Perimetral:

1. O sistema de detecção perimetral é integrado ao Sistema de Controle de Acessos, CFTV e sistema de automação?
2. Quais os sensores utilizados?
3. Os sensores estão distribuídos em zonas interlaçadas?

J - Acesso ao Edifício:

1. A entrada de funcionários e visitantes é separada?
2. O número ou tipo de bloqueios na entrada é bem dimensionado ao ponto de não irritar os funcionários e visitantes?
3. O tempo de espera para cadastramento na recepção não incomoda as pessoas?
4. O tipo de bloqueio está integrado à decoração do hall?

K - Portas Internas:

1. Qual o material empregado na estrutura das portas de acesso restrito?
2. Existem portas de vidro sem molduras em locais de acesso restrito? Têm folhas duplas?

L - Sala da Central de Controle de Segurança:

1. Quais as dimensões da sala da Central de Segurança?
2. Qual o horário de funcionamento?

3. Existe problema de fadiga visual do operador do sistema de segurança devido a problemas com os monitores (distância do monitor, ângulo de visão, dimensão da tela, resolução do monitor)?
4. A sala acomoda bem todos os equipamentos?
5. A manutenção do console é fácil, em termos de espaço?
6. Há iluminação suficiente no ambiente? Há reflexos nas telas dos monitores?
7. Qual o sistema de ventilação e condicionamento de ar presentes na sala?
8. Tem fornecimento de energia elétrica ininterrupto, ou gerador de emergência?
9. Tem piso elevado?
10. O console é bom em termos ergonômicos?
11. Qual o período do turno dos operadores?
12. A sala de controle tem acesso controlado? Possui portas intertravadas?

M - Sistema de Controle de Acesso:

1. Qual o objetivo da instalação de controle de acesso no edifício?
2. O fluxo de pessoas é muito alto? Quanto?
3. Quais os métodos de controle de acesso utilizados?
4. Quais as vantagens e desvantagens desses métodos?
5. Qual a classificação do sistema utilizado?
 - Sistema simples ou não automático
 - sistema semi-automático
 - sistema automático

N - Componentes Básicos de um Sistema de Controle de Acessos:

1. Quais os componentes básicos do sistema de controle de acessos? (Ex.: cartões (tipo), leitoras (tipo), sensores (tipo), dispositivos de bloqueio (tipo), estações remotas, microcomputadores/*software*).

O - Classificação dos Cartões de Identificação:

1. Qual a classificação dos cartões de identificação?

- alta segurança (não podem ser duplicados)
- média segurança (através de certos dispositivos, podem ser duplicados)
- baixa segurança (de fácil reprodução)

P - Tecnologia dos Leitores e Cartões:

1. Qual a tecnologia dos leitores de cartões?

- Ópticos
- magnéticos
- rádio frequência
- biométricos

2. Como é feita a leitura dos cartões?

Ópticos:

- hollerith (cartão com furos que permitem a passagem de luz, que sensibiliza detector fotoelétrico)
- código de barras (cartão com tarjas horizontais ou verticais que, lidas por célula fotoelétrica, se transformam em código de dados)
- memória ótica (cartão com códigos dispostos em pontos matriciais, colunas ou linhas, lidos por processo de reflexão de luz através de célula fotoelétrica)
- infravermelho (leitores que emitem raios infravermelhos e lêem cartões similares aos com códigos de barras)

Magnéticos:

- barium ferrite (leitores que possuem matriz de transistores para leitura de pontos de barium ferrite - BaFe - material de coercitividade magnética depositados no cartão)

- matrix magnética (cartões com pontos magnéticos prensados entre camadas de plástico, os quais ativarão sensores eletrônicos junto aos leitores)
- tarja magnética (cartões que possuem uma camada de óxido de metal sobre o plástico, com codificações horizontais ou verticais, de alta ou baixa coercitividade magnética)
- Wiegand (são cartões formados por duas fileiras de fios especiais com propriedades ferromagnéticas prensados entre duas camadas de plástico, com uma cabeça de magnetização e outra de leitura que, quando passado pelo leitor, sob um forte campo magnético, ocorre a conversão do sinal magnético em pulso binário; é o cartão mais seguro do mercado e imune às intempéries.

Eletrônicos:

- proximidade (cartões passivos, que possuem um circuito laminado ressonante quando ativado por um transmissor junto ao leitor; cartões ativos possuem bateria incorporada ao micro circuito que irradia um sinal recebido pelo receptor do leitor)
- inteligentes (cartão que possui um microcomputador e fonte de energia laminados junto com as camadas de plástico e podem armazenar até sessenta e quatro mil caracteres; são bastante utilizados em áreas de segurança)

Biométricos:

- verificação da retina (leitura da formação dos vasos sanguíneos internos ao olho através da emissão de feixes de luz de baixa intensidade)
- identificação por voz (utilização de microfones ou telefones que identificam a voz da pessoa através da ressonância, entonação, ruído, grau de intensidade e espectro, específicos de cada indivíduo)
- geometria da mão (através de detectores fotópticos, se faz a medição da mão, colocada sobre uma chapa sensitiva, cujos dados são comparados com referências individuais arquivadas em microcomputador)

- impressões digitais (verificação das impressões digitais com imagens digitalizadas para comparação com base de dados armazenados no leitor ou no microcomputador)
- análise da assinatura (medições de pressão, velocidade e consistência dos traços, comparadas posteriormente com base de dados armazenados no microcomputador)

Q - Circuito Fechado de Televisão (CFTV):

1. Quais os componentes básicos utilizados no CFTV?
2. Existem áreas definidas para localização das câmeras (alcance). Quais e quantas?
3. Existem sequenciadores de imagens?
4. Qual o número de monitores existentes?
5. Existe aterramento no sistema de CFTV?
6. Existem sequenciadores de vídeo? Quantos?
7. Existe gravador de vídeo? Qual o tempo de gravação das fitas?
8. Há alguma associação do CFTV com alarmes?
9. Qual a durabilidade e qualidade da reprodução de imagens?

R - Sistemas de Sensoriamento Interno:

1. O sistema de sensoriamento interno é integrado ao sistema de controle de acessos, CFTV e sistema de automação do edifício?
2. Quais os tipos de sensores utilizados?

S - Integração de Sistemas:

1. De modo prático, como funciona o sistema de segurança integrado?
2. Em caso de incêndio, as câmeras do CFTV podem ser ativadas automaticamente para gravar imagens dos eventos?
3. A integração do sistema permite ligar a iluminação de emergência, abrir portões, liberar as portas de determinadas áreas, desligar o ar-condicionado em caso de incêndio e ligar o sistema de exaustão?
4. A integração do sistema auxilia o operador nas tomadas de decisões, aumentando sua performance?

T - Elevadores:

1. Tem câmeras de TV no interior dos elevadores?
2. Existe fiação para câmeras de TV, leitoras de cartão de identificação do sistema de controle de acesso e para interfone, adicionada aos cabos de comando dos elevadores e ligados com a Central de Controle de Segurança do edifício?
3. Onde se situa a câmera de TV junto às cabines dos elevadores (externa)?

U - Proteção X Custo:

1. O custo da implantação do sistema é significativo com relação ao valor da construção?

Situação dos Edifícios.

Quanto à previsão do sistema de segurança na fase de projeto, no edifício “A”, este aspecto foi parcialmente contemplado; a atual empresa ocupante adquiriu o imóvel em construção e, antes de seu término, o projeto específico foi revisto e implementado com inclusões adequadas às suas necessidades. No edifício “B”, o sistema instalado foi totalmente contemplado em projeto. Em todos os dois casos, foram previstas áreas adequadas à implantação dos sistemas, como por exemplo,

salas de controle (central de segurança) e *shafts* distintos para as diversas instalações. Apesar da empresa presente no edifício “B” não ser a primeira a ocupá-lo, fomos informados de que, desde o projeto e a sua construção, não foram feitas quaisquer modificações no sistema de segurança instalado. No outro edifício, foram feitas apenas algumas alterações, apenas em deslocamentos de câmeras para outros locais mais adequados.

Na concepção do responsável pela supervisão do edifício “A”, o tipo de ameaça que esse pode sofrer é basicamente de intrusão, comentando, inclusive, que já houve até ameaça de explosão de bomba no seu interior; foi apontado o estacionamento externo como a área mais vulnerável. Segundo o responsável pela segurança do edifício “B”, esse está sujeito a todos os tipos de ameaças possíveis e é completamente vulnerável, dada a alta rotatividade de pessoas. Esta diferença na amplitude das respostas, dá um indício de que esta é uma questão relativamente subjetiva.

Notamos uma diferença no nível de preocupação das empresas dos dois edifícios no que se refere à redução do nível de segurança em determinadas áreas, em função da pouca probabilidade de ocorrência de ameaças; enquanto no edifício “B” houve redução no contingente de pessoal de segurança por julgarem-no excessivo, no edifício “A” essa redução não ocorreu. A referida redução naquele também foi justificada pela intenção de se implantar sistemas eletrônicos de controle; esta implantação é realidade no edifício “A”.

Das áreas protegidas, nos dois edificios há uma coincidência de indicações do CPD e central de segurança; a proteção no edificio “A” se estende às áreas financeiras, estacionamentos e cobertura, as quais, são tidas como aparentemente invulneráveis às vistas do sistema de segurança implantado. Os objetivos de proteção dessas áreas se baseiam na segurança contra roubo e seleção ou restrição a determinadas áreas. No edificio "B", há uma preocupação com o pavimento onde se alojam as diretorias, cuja vulnerabilidade não foi comentada. Este tipo de proteção a essas áreas se dá em função da posição hierárquica de seus ocupantes (salas de diretoria) e dos assuntos ali tratados, assim como do arquivo e manipulação de dados (CPD). As áreas protegidas referidas são também consideradas restritas.

Foto 8.14 - Controle de acesso ao CPD - edificio "B"

Foto 8.15 - CPD - edificio "B"

Os tipos de sistemas adotados no edifício “A” são caracterizados pelo CFTV e controle de acessos, tanto na entrada do edifício quanto em áreas restritas, com sensoramento interno apenas nos depósitos (arquivos de documentos) à prova de fogo e existentes em todos os andares, os quais contam com sensores de presença. Nesse edifício, os sistemas implantados são automatizados, mas independentes, com centralização de dados na sala de controle; são produtos de diferentes empresas, portanto, não se comunicam entre si. O outro edifício conta com o CFTV e detecção perimetral, com a utilização de sensores com raios infravermelhos, distribuídos em zonas interlaçadas; o controle de acessos é feito apenas nas áreas restritas (porteiros e teclados eletrônicos), leitoras de cartões e controle de ponto (térreo, subsolo, recepção e 1º andar). Esses dois sistemas operam de forma interligada, embora não sejam automatizados.

Os sistemas adotados no edifício "A" foram considerados pelos entrevistados como “coercivos” nas áreas financeiras e de manipulação de dados, enquanto que no edifício "B", os sistemas não são vistos com esta característica.

Quanto aos equipamentos utilizados para proteger as áreas especificadas, os dois edifícios adotam, em comum, as câmeras do CFTV e a vigilância humana, diferenciando-se no uso de equipamentos específicos dos sistemas distintos utilizados (detecção perimetral através de sensores, no edifício "B" e catracas com leitoras de cartões, crachás, leitoras de cartões em áreas de acesso restrito, no edifício "A"), os quais constituem dispositivos de bloqueio, escolhidos, segundo a concepção da supervisão deste último, por serem mais eficientes. A dificuldade de colocação de dispositivos de bloqueio em áreas de acesso restrito foi apontada apenas no edifício "A", por apresentar portas de vidro com folhas duplas e sem molduras.

Foto 8.16 - Vigilância - edifício "B"

Foto 8.17 - Vigilância - edifício "A"

Em ambos os edifícios, encontramos o emprego de sistema de segurança através da limitação do uso de chaves de determinadas áreas, como por exemplo, *shafts* elétricos, hidráulicos e de telecomunicação, além de casas de máquinas.

Em nenhum dos dois edifícios existe um procedimento definido para transferência de materiais individualmente; apenas no edifício "A" existe um controle, através de documentação, para transporte externo de mercadorias.

Quanto aos procedimentos de identificação de alarmes, há uma diferença entre os dois edifícios: naquele que utiliza uma centralização computadorizada, os sinais sonoros e visuais aparecem na tela do microcomputador, com um curto tempo de resposta, ou seja, a gerência toma ciência no ato e os procedimentos dependem do tipo de ocorrência (da categoria do alarme). No outro, a identificação é visual e auditiva; quando da incidência de alarmes, há uma comunicação imediata aos elementos humanos de segurança, via rádio.

Ambos os edifícios passam uma imagem ao público, pela imprensa, de que são totalmente seguros. No entanto, a empresa do edifício "B" adota uma postura liberal a esse respeito, ou seja, não ressaltava esse aspecto ao ponto de torná-lo prioritário no contexto da sua política administrativa; no edifício "A", há uma neutralidade nesse sentido, uma vez que alguns sistemas são declarados e outros são de conhecimento apenas de determinadas pessoas. Segundo o entrevistado, “a empresa não esconde que existem os sistemas, mas também não estimula as pessoas a reconhecer sua existência.” Pelas características dos sistemas de segurança adotados nos dois edifícios, a maioria dos equipamentos são visíveis, mas não provocam impacto inicial nas pessoas.

Quanto à limitação de gastos na implantação dos sistemas, não há convergência das políticas empresariais. A empresa do edifício "A" considera a segurança imprescindível, pelo tipo de atividade exercida no local; portanto, não faz limitações de gastos nesse sentido, o que não ocorre no outro edifício.

A segurança perimetral dos dois edifícios, representada pelos itens de requisitos arquitetônicos, foi apontada como adequada, de uma maneira geral, podendo ser melhorada no que diz respeito à iluminação externa do edifício "B". Como causa de alarmes falsos nesse aspecto, foi indicada a ocorrência de defeitos nos equipamentos instalados no edifício "A". Quanto ao sistema eletrônico de detecção perimetral implantado (apenas no edifício "B"), o mesmo não é integrado ao CFTV, apesar dessa integração fazer parte dos projetos de *retrofit* em andamento.

O acesso de funcionários e visitantes nos dois edifícios é comum, existindo uma restrição aos visitantes não habilitados pelo subsolo, apenas no edifício "A", onde se encontram catracas com leitoras de cartões. O bloqueio (catracas), existente na entrada principal desse mesmo edifício, aparentemente é bem dimensionado, uma vez que não há queixas por parte dos funcionários a esse respeito; além disto, há integração com o *design* de interiores do local, considerando que os materiais de que são constituídos estão adequados aos materiais de acabamento do hall. Não há reclamações dos visitantes (dos dois edifícios), quanto ao tempo de espera para cadastramento nas recepções (no edifício "A" pelo microcomputador ligado ao sistema de controle de acessos e no edifício "B", manual). Em ambos os edifícios, o controle de acesso de veículos é feito manualmente, pela identificação do visitante aos seguranças localizados em guaritas nas entradas dos estacionamentos externos.

Foto 8.18 - Controle de acesso (catracas) - edifício "A"

Fig. 8.5 - Esquema do Sistema de Controle de Acessos - edifício "A"

Foto 8.19 - Controle de acesso - recepção - edifício "B"

Foto 8.20 - Controle de acessos - subsolo - edifício "A"

Foto 8.21 - Controle de acesso - guarita / Berrini - edifício "B"

Foto 8.22 - Controle de acesso - guarita / Nações Unidas - edifício "B"

No que se refere à sala de controle de segurança, enquanto no edifício "A" ocupa uma área de 14 m², no edifício "B" chega a quase 100 m² e seu funcionamento é ininterrupto, com turnos de 6 horas no primeiro e rodízios com períodos curtos entre vigilantes, no segundo. Apesar dessa grande diferença de áreas, há uma acomodação satisfatória para os equipamentos instalados naqueles ambientes (basicamente console para controle da segurança e microcomputador), possibilitando, inclusive, a sua manutenção. Quanto às condições de conforto ambiental, não foram apontados problemas com o nível de iluminação nem reflexos nos monitores; no entanto, quanto ao conforto térmico, talvez devido à baixa densidade ocupacional e elevado pé-direito, é apontada situação de desconforto (muito frio no inverno) no edifício "B", apesar do condicionamento artificial do ar ser controlado (só refrigeração). Destacamos que no edifício "A", existe um sistema de ar-condicionado exclusivo para essa área, embora com as mesmas características do adotado no resto do prédio. Apresentam pisos elevados, o que era de se esperar, numa área onde há uma multiplicidade de instalações. Possuem fornecimento ininterrupto de energia elétrica, garantido pelos *no-breaks*. Essas áreas possuem controle de acesso através de leitoras de cartões, sem, no entanto, contar com portas intertravadas.

Foto 8.23 - Sala de controle da segurança - edifício "A"

Foto 8.24 - Sala de controle da segurança - edifício "B"

O controle de acesso e ponto simultâneo, adotado apenas no edifício "A", foi adotado para gerar folha de pagamento dos funcionários e selecionar seu acesso, de acordo com seu turno de trabalho; foi adotado também para cadastramento de visitantes, controlando a data, horário de entrada e saída, bem como o local da visita. Para a utilização desse meio de controle, contando com equipamentos já mencionados, foram apontadas apenas vantagens, por se tratar de um meio rápido e eficiente, além de não apresentar falhas mecânicas frequentes (são feitas manutenções preventivas e corretivas constantemente). O sistema adotado é considerado automático, embora, em algumas ocasiões, dependam de operadores, além da complementação com a vigilância humana. Além dos componentes básicos de controle de acessos, o sistema implantado, uma vez ligado ao sistema de automação, conta ainda com elementos como estações remotas, microcomputadores e *softwares* específicos.

Para o controle de acessos em áreas restritas (adotado nos dois edifícios), são utilizadas leitoras de cartões, sendo esses de alta segurança no edifício "A" e baixa segurança no edifício "B". Essa classificação se deve a diversos fatores e, em especial, à possibilidade de duplicação e à compatibilidade ou incompatibilidade com os diversos sistemas existentes no mercado. As leitoras são ópticas e fazem a leitura dos cartões através de raios infravermelhos no edifício "B" e memória ótica no edifício "A".

Foto 8.25 - Cartão de identificação (crachá) - edifício "A"

de vídeo, gravadores (videocassetes), controle de direcionamento das câmeras e aproximação de imagens (*zoom*), selecionadores de câmeras e cabos, comuns aos dois edifícios. Nos dois casos, existem áreas definidas para localização das câmeras, em função de seu alcance. No edifício "A", existem catorze (14) câmeras e, no edifício "B", dezesseis (16), sendo neste, doze (12) externas e quatro (4) internas. O primeiro edifício conta com cinco (5) monitores de vídeo e o outro, com quatro, ambos utilizando sequenciadores de imagens e de vídeos, além dos

Os equipamentos utilizados no CFTV são basicamente: câmeras, monitores gravadores com fitas de 24 e 8 horas de duração, respectivamente à sequência de referência dos edifícios; as fitas ficam arquivadas por uma semana e, após esse prazo, são reaproveitadas.

Em ambos os edifícios, os sistemas de segurança patrimonial não são integrados. A “integração” se dá na sala de controle, pelo operador, que adota procedimentos pré-determinados para cada situação. Por exemplo, no edifício "A", quando há incidência de alarme de incêndio em uma determinada área, como o sinal é visível na tela do gerenciador, o operador pode direcionar, através de comandos no seu teclado, uma câmera do CFTV, que por ventura exista naquela área, para o local do evento e gravar as imagens ali produzidas, para posterior análise. Isto, no entanto, só é possível em ambientes pequenos ou de “alta segurança”. Quanto à sua interligação aos elevadores, é um fato que não ocorre em nenhum dos casos. Existem câmeras instaladas nas proximidades dos elevadores, apenas.

Quanto ao custo de implantação desses sistemas, os dados fornecidos são especulativos, uma vez que não houve oportunidade de se fazer uma consulta às pessoas responsáveis por esse assunto.

8.1.3 - ELEVADORES.

Os sistemas de elevadores implantados em edifícios, além de ser meio de transporte, está diretamente relacionado com a segurança dos usuários. Neste sentido, consideramos importante uma abordagem a este assunto e a sua inclusão neste capítulo se justifica.

Desde 1852, com a invenção do elevador, atribuída a Sir Elisha Graves Otis, esse tem sido o meio de transporte vertical adotado, principalmente em edifícios.

Ao longo do tempo, esse meio tem sido desenvolvido e adotado equipamentos cada vez mais sofisticados tecnologicamente, necessários ao acompanhamento da evolução dos costumes, verificada pelas exigências e necessidades dos usuários que, a cada dia, querem se deslocar mais rápida e eficientemente.

Além do atendimento a esses quesitos, as indústrias de elevadores têm procurado desenvolver tecnologias com características de eficiência energética; aspecto esse, fundamental nos dias de hoje, tanto do ponto de vista da conservação de energia elétrica, quanto de sua economia.

O desenvolvimento tecnológico, no entanto, por si só não é suficiente para garantir um bom desempenho do sistema de elevadores implantado nos edifícios. Aliado a esse aspecto, o projeto desse sistema deve ser adequado às necessidades do edifício, onde o **dimensionamento**, a **distribuição** e a **escolha do tipo de elevadores**, dentre

outros fatores, devem atender a critérios de desempenho pré-definidos, para que os objetivos de conforto, economia e segurança sejam alcançados.

Neste trabalho, abordamos os três fatores citados acima, elencando alguns critérios de desempenho e destacando alguns itens adicionais que, num conceito moderno de elevadores, têm sido considerados fundamentais.

8.1.3.1 - Dimensionamento, distribuição e alguns tipos de elevadores.

Para um correto dimensionamento dos elevadores, é necessária uma acurada estimativa da população (fixa e flutuante), sua distribuição, a razão de chegada e circulação. Para edifícios de escritórios, os cálculos são feitos considerando um fluxo, para o pico projetado de chegada de pessoas de manhã, de 12% da população em 5 minutos; desses, 10% deverão estar entrando, enquanto 2% estarão voltando (no interior do edifício) ou entre andares.

Em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, para esse dimensionamento, tem sido considerada a situação de flexibilidade de horários e a consequente densidade ocupacional diminuída em função disto. Neste caso, para uma mesma população, há uma diminuição na capacidade de carga dos elevadores, ocorrendo o contrário para elevadores de serviços e residenciais.

Uma vez conhecidos os dados referidos acima, o número de carros pode ser determinado de acordo com os conceitos de Fruin, John J, referidos por Gappo (1995, p. 297), considerando o espaço ocupado por cada pessoa e as opções de capacidade dos elevadores existentes no mercado.

Determinado o número de elevadores, sua disposição no espaço pode ser feita de acordo com o que sugere Gappo (1995), conforme as figuras a seguir, onde são comparados os tipos de arranjos (preferíveis e indesejáveis):

Arranjo de dois carros - (a) preferível (b) errado

Fig. 8.6 - Disposições de elevadores.

Fonte: Gappo - (1995, p. 295)

Tradução da autora da dissertação.

Arranjo de três carros - (a) preferível (b) aceitável

Fig. 8.7 - Disposições de elevadores.

Fonte: Gappo - (1995, p. 296)

Tradução da autora da dissertação.

Arranjo de quatro carros - (a) preferível (b) aceitável

Fig. 8.8 - Disposições de elevadores.

Fonte: Gappo (1995, p. 296)

Tradução da autora da dissertação.

Quanto às portas dos elevadores, são consideradas eficientes aquelas que abrem e fecham num tempo mínimo e permite a entrada ou saída de duas pessoas simultaneamente na cabine. A figura abaixo exemplifica o fato.

Transferência de passageiros - (a) preferível

Fig. 8.9 - Dimensionamento de portas de elevadores.

Fonte: Gappo - (1995, p. 298) - Tradução da autora da dissertação

Segundo Gappo (1995), outras características também importantes a serem observadas são aquelas referentes ao tempo de operação dos elevadores e tipos de comando, tais como:

- andar a andar: são desejáveis elevadores que gastam de 8 a 10 segundos (no máximo) para realizar as operações de dar partida, fechar a porta, parar e abrir a porta no andar seguinte;
- tempo de parada: depende do tipo de edifício, mas, de 3 a 5 segundos atenderá praticamente toda situação;
- tempo de abertura e fechamento das portas: portas seguras, com sensores infravermelhos, proporcionam segurança ao passageiro, tanto para entrar quanto para sair da cabine do elevador e, 2 a 3 segundos são suficientes para o passageiro sair do elevador;
- tempo de tolerância para obstáculo ao fechamento de porta: quando um passageiro pára na porta do elevador e não permite a operação de fechamento, o circuito esperará de 15 a 20 segundos, então a porta do elevador fechará suavemente e emitirá sinais sonoros de alerta;
- tipos de comandos: seleção do tipo mais adequado às características do edifício e de utilização dos elevadores. Como exemplo, citamos alguns tipos de comandos: simples, seletivo coletivo, duplo e de zonas, sendo que o último é mais recomendado para edifícios de alta tecnologia e de grandes alturas, divididas em duas ou mais zonas de atendimento pelo sistema.

Outros aspectos atuantes no sistema de elevadores também devem ser considerados em projeto, como:

- efeito chaminé: ocasionado pelo movimento de ar ou fumaça dentro de um edifício, devido às pressões diferenciais causadas pelas diferenças de temperatura internas e externas ao *shaft* do elevador, escadas de emergência, *shafts* mecânicos e outros *shafts*;
- serviços de combate a incêndios no sistema: caracterizados pelas chamadas inoperativas (não atendimento às chamadas pelos usuários em caso de incêndio); possibilidade de uso dos elevadores pelos bombeiros em caso de emergência; direcionamento dos elevadores para um andar de segurança, ficando ali inoperantes e com as portas abertas (primeira fase) e possibilidade de operação do

elevador através de painel com triplos comandos (ligado, desligado e suporte), localizado no interior da cabine (segunda fase);

- utilização do recurso *sky lobby*: pavimentos intermediários que separam os edifícios em zonas, segundo sua altura, servidas por grupos de elevadores, no caso de edifícios altos.

De acordo com informações de catálogos técnicos das Indústrias Villares, a escolha do tipo de elevador a ser utilizado no edifício depende de vários fatores, dentre os quais, a sua altura. Para edifícios até 6 pavimentos, pode ser indicado o **elevador hidráulico**, que tem grande capacidade de carga (até 25 ton), velocidades baixas (0,75 m/s), desenvolve percursos curtos, ocupam pequenas áreas para suas caixas (10% a menos que as necessárias para elevadores elétricos), possibilita flexibilidade para localização da casa de máquinas, reduz a altura da última parada (para até 3,5 m) possibilitando sua chegada até à cobertura e pode ser instalado em edifícios já construídos.

Atualmente, para edifícios com mais de 6 pavimentos, recomenda-se a adoção de sistemas de elevadores “inteligentes”. Esse sistema conta com controles computadorizados que podem ser programáveis. Algumas de suas características merecem ser destacadas:

linguagem de alto nível: Pascal, Basic e outras.

- Temperatura: os circuitos integrados industriais usados nos elevadores são testados à temperatura acima de 70° C para determinação do índice de falhas. Nas salas de máquinas, a temperatura ambiente não deve exceder a 40° C, devendo, inclusive, ficar abaixo de 32° C para evitar que os elementos (relés, bobinas e outros) sejam danificados, afetando a confiabilidade do sistema. Geralmente, em instalações pequenas, apenas a ventilação pela exaustão é suficiente para manter a temperatura abaixo do limite; em salas de máquinas maiores (grandes edifícios), às vezes é necessária a instalação de ar-condicionado.
- Choque térmico: súbitas mudanças de temperatura devem ser evitadas pois, podem afetar o sistema de controle, no que diz respeito à dilatação dos componentes.

- Umidade: valores elevados de umidade do ar podem criar campos de eletricidade estática, danificando os controles. Nesse caso, o ar-condicionado é necessário.
- Eletricidade estática: devem ser eliminadas todas as fontes de eletricidade estática, cujos efeitos podem danificar ou destruir os circuitos impressos.

Os **elevadores “inteligentes”** permitem diagnósticos remotos, através de controles microprocessados, viabilizando a detecção de defeitos no sistema e a comunicação dos problemas via *modem* ou linha telefônica, à companhia de serviços de elevadores ou ao gerente do edifício. As mensagens podem incluir:

- tipo de falha;
- horário de ocorrência da falha;
- posição do elevador e outras.

Esse sistema também conta com a inclusão de carro serial inteligente, ou seja, equipamento que exige apenas dois pares de fios trançados para a comunicação com o controlador principal. Uma pequena placa de circuito impresso no carro poderá desempenhar várias funções e tomar decisões tais como:

- registro de chamada;
- acionar o indicador de posição;
- operação de porta;
- controlar a velocidade da máquina;
- controlar o carregamento do carro;
- sintetizar sinais de voz;
- operar em caso de incêndio;
- direcionamento para um determinado pavimento e outras.

A utilização da inteligência artificial nos controles dos elevadores computadorizados pode, segundo informam os referidos catálogos técnicos, aumentar o seu desempenho da seguinte forma:

- o sistema “aprenderá” o padrão de tráfego no edifício ao longo do tempo, podendo, com isto, disponibilizar carros na hora certa e em áreas críticas;

- com o “aprendizado”, o elevador pode acelerar ou desacelerar, mantendo subidas suaves, através de auto-ajustes.

Uma das maiores vantagens do elevador inteligente sobre o elevador tradicional é a análise de tráfego e a disponibilização de elevadores para responder às demandas em diferentes fases do dia.

Gappo (1995) sugere alguns **requisitos** mínimos que o sistema de elevadores “inteligentes” deve atender, dos quais, destacamos os seguintes:

- o elevador deve trabalhar com frequência variável, o que implica em consumos menores de energia e possibilita manutenções mais rápidas e menos onerosas;
- os elevadores devem ser auto-programáveis, isto é, ele deve armazenar dados de chamadas por um determinado período e analisá-los, correlacionando-os com os horários de ocorrência, para posteriormente criar um programa de atendimento compatível com as situações que podem se repetir;
- a cabine do elevador deve dispor de sensores que identifiquem o número de passageiros em viagem para, no caso de ocorrer alguma falha de energia, colocar em funcionamento o carro mais lotado;
- os elevadores devem ter serviços de combate a incêndios, cujo circuito pode ser acionado por detectores de fumaça nas entradas dos *lobbies* ou nas salas de máquinas.

Quanto ao último item destacado, discussões e conceituações têm acontecido a respeito da utilização dos elevadores, em casos de emergência devidas a incêndios, para evacuação de pessoas do edifício e o transporte de bombeiros para o andar onde há a ocorrência do evento. Essas discussões decorrem de situações de desastres que aconteceram, principalmente nos Estados Unidos e que, na opinião desse mesmo autor, poderiam ter consequências menos graves (menos vítimas) se tivessem a contribuição dos elevadores para o procedimento de combate.

Segundo Rosso (1975), a norma NB-208 exige um elevador de segurança para edifícios com mais de vinte andares, sem, no entanto, definir a finalidade de tal exigência. Entretanto, o autor sugere que, a exemplo do *British Standards Code of*

Practice, esse elevador deve ser para uso exclusivo de bombeiros em uma primeira instância e, em uma segunda, servir como elemento de evacuação em caso de emergência, embora esse uso seja duvidoso, dadas as possibilidades de defeitos que possam ocorrer no momento da evacuação, bem como as limitações de funcionamento relativas ao tempo de espera, velocidade, tipo de operação (manual ou automática), dentre outros.

É opinião do referido autor que, “por enquanto não se deva contar com o uso de elevadores para qualquer finalidade de movimentação de pessoas durante um incêndio” (Rosso, 1975, p. 288).

Atualmente, vinte e dois anos depois de Rosso ter dado essa opinião, parece que o conceito geral a esse respeito tem mudado, em função do rápido desenvolvimento das tecnologias em elevadores.

Gappo (1995), por exemplo, sugere que os elevadores projetados para o século XXI, deverão ser aptos para evacuação de ocupantes de edifícios, 40% mais rápido do que pelas escadas. Para isto, ele aponta os principais requisitos de desempenho para edifícios seguros no que se refere aos projetos de elevadores, como os que se seguem:

- os elevadores devem ser dotados de serviços de combate a incêndios;
- os elevadores devem funcionar com energia fornecida por geradores;
- os *shafts* dos elevadores devem ser pressurizados para evitar fumaça e fuligem;
- os *lobbies* devem ser construídos em um nível mais alto que as demais áreas para evitar a penetração de água nos *shafts* dos elevadores;
- as cabines dos elevadores devem ser dotadas de sensores que identifiquem o número de pessoas em viagem para, no caso de falha de energia, o elevador mais carregado ter prioridade para ir até a entrada principal;
- as salas de máquinas devem ser protegidas contra altas temperaturas e incidência de fumaça;
- os *lobbies* e salas de máquinas devem ter detectores de fumaça;
- os *lobbies* devem ter acesso às escadas pressurizadas;

- todos os *lobbies* devem ter sistema de comunicação com a sala central de controle e com outros *lobbies*;
- os elevadores devem contar com baterias para iluminação de emergência, sinal de indicador de posição e sistemas de comunicação;
- o edifício deve ter *sprinklers* por toda parte mas, eles não podem afetar a operação correta dos elevadores;
- controle do suprimento de energia com chave própria.

O autor destaca, ainda, que os elevadores de edifícios mais rápidos do mundo estão instalados, desde 1993, no Landmark Tower (Arquiteto Hugh A. Stubbins) em Yokohama - Japão, feitos pela Mitsubishi, cuja velocidade máxima é de $750 \text{ m/min} = 12,5 \text{ m/s}$, cujo controle é microprocessado.

Foto 8.26 - Ed. Landmark Tower - Yokohama - Japão.
Fonte: Gappo (1995, p. 308).

A título de ilustração, citamos alguns exemplos de elevadores e controles microprocessados da Indústria VILLARES.

- VERTICAL TRAVEL SYSTEM - Elevadores elétricos com controles computadorizados que possui as características: sistema serial de transmissão de dados;, autodiagnóstico; controle distribuído e redução do consumo de energia, controle da velocidade e alto rendimento pelo acionamento com frequência variável.
- SISTEMA THAMES VALLEY - Painel de controle do elevador que permite relatórios e gráficos, auto aprendizado, autodiagnóstico, monitoração e controle de tráfego, sistema de emergência em caso de incêndio, serviço hospitalar de emergência, monitor de vídeo colorido para lobbies e outras dependências, interfaceamento com automação predial e outras.
- ATLAS PERSONAL CARD - cartão indutivo de alta segurança que permite comandos e restrições ao uso do elevador, cujo leitor é instalado na cabine do elevador e ligado a um microcomputador.
- SISTEMA DE MONITORAÇÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO - sistema que permite a interação entre o homem e o elevador através de um microcomputador integrado ao painel de comando e aos controles dos elevadores; permite análise do desempenho e supervisão total da instalação.
- ATLAS SAFE - Sistema automático para o caso de falta de energia que mantém o elevador funcionando por um tempo predeterminado, através de baterias permanentemente carregadas e monitoradas.

8.1.3.2 - Os sistemas de elevadores implantados nos edifícios estudos de caso.

O **edifício "A"** conta com um conjunto de três elevadores eletro-mecânicos microprocessados, sendo dois sociais, que atendem do subsolo ao 4º pavimento e um de serviço com a mesma abrangência, a menos do subsolo, cujas velocidades não são do conhecimento da equipe de manutenção.

Os elevadores sociais, de dimensões 2,50 m de largura por 2,125 m de profundidade, têm capacidade para 16 pessoas, ou 1.120 kg, significando 3 pessoas/m²; o de serviço, medindo 2,50 m de largura por 1,75 m de profundidade, tem capacidade para

12 pessoas ou 840 kg e são de fabricação das Indústrias Villares. O hall de espera tem largura que varia de 2,5 m a 4,0 m.

Fomos informados que o fluxo médio no edifício (entre usuários e visitantes) é por volta de 800 pessoas, sendo que mais de 90% chega entre 8h e 30 min e 9h e 10 min, significando que sobem aproximadamente 12% da população a cada 5 minutos no horário de pico de chegada.

Os elevadores possuem, no interior dos carros, painéis com indicadores de pavimento e botões selecionadores, além de interfone. No hall, possuem botoeiras com botões de chamada (para subir e descer), sendo que o grupo de sociais, possuem uma botoeira em comum. Os elevadores são programados para estacionar no pavimento térreo quando não há chamadas e só atendem chamadas no sentido da viagem. Em caso de falta de energia elétrica, dois deles se dirigem ao térreo e ali ficam estacionados; apenas um permanece em funcionamento, alimentado por gerador. No caso de ocorrência de incêndio, todos são programados para se direcionarem ao térreo e permanecerem estacionados com as portas abertas.

Suas portas são dotadas de sensores de presença e fato como o citado no caso do edifício "B" (pessoas segurarem a porta para outras entrarem) também ocorre nesse edifício.

O sistema de elevadores sendo microprocessado, significa que está ligado ao sistema de automação do edifício. Através do computador se pode visualizar suas localizações e, através do teclado, direcioná-los para um determinado pavimento. É possível também visualizar seu estado, ou seja, se as portas estão abertas ou fechadas e se estão subindo ou descendo.

Pela característica do microprocessamento, o sistema de elevadores pode ser ligado ao controle de demanda de energia elétrica; neste caso isto não está ocorrendo pelo fato do edifício, atualmente, não contar com este sistema. Através do microprocessamento, dados de defeitos são registrados em um painel de controle, que fica na casa de máquinas dos elevadores e emitir alarmes luminosos. Entretanto, para

tomar conhecimento de ocorrências de falhas, é necessário que pessoas da manutenção ou o bombeiro de plantão façam verificações diárias no painel de controle.

A distribuição dos elevadores no edifício "A" está representada na figura abaixo (fig. 8.10) e a foto 8.27 se refere à sua sala de máquinas de elevadores.

Fig. 8.10 - Disposição dos elevadores (4º pav.) - edifício "A" (sem escala).

Foto 8.27 - Sala de máquinas dos elevadores - cobertura - edifício "A".

No **edifício "B"**, o sistema de elevadores foi baseado numa solução denominada "zoneada", contando com a presença de um *sky lobby*, no 11º pavimento da torre e um *lobby* de transição no 2º pavimento. Foram definidas duas zonas de tráfego: **zona baixa**, que conta com quatro elevadores, os quais, com a velocidade de 3,5 m/s, percorrem os pavimentos que vão do subsolo ao 11º andar - pavimento de "baldeação" para os demais pavimentos acima. A segunda zona - **zona alta** - também

conta com quatro elevadores que viajam a uma velocidade de 4 m/s e vão do subsolo ao 2º andar e, depois, do 11º ao 19º pavimento. A torre conta, ainda, com um elevador de serviços que circula por todos os andares.

De acordo com esta concepção, com a criação de patamares para cada conjunto de elevadores, é possível a utilização dos espaços não ocupados pelo poço, interrompido no 11º andar, no caso dos elevadores da zona baixa.

Os carros, de dimensões internas de 2,35 m de largura por 1,45 m de profundidade, têm capacidade de transportar 22 pessoas, o que significa aproximadamente, 6 pessoas/ m². O hall de espera tem largura de 3,20 m.

O fluxo de chegada de pessoas na parte da manhã é de aproximadamente 700 pessoas entre 7 e 8 horas e 300, entre 8 e 9 horas, significando que, na primeira hora, sobem, em média, 8% das pessoas a cada 5 minutos.

São elevadores eletro-mecânicos e não são microprocessados; trabalham com programação de atendimento às chamadas na sua direção de viagem. Para os dois grupos de elevadores (das duas zonas), a programação de atendimento é semelhante: um carro é sempre direcionado ao pavimento de maior solicitação externa e um segundo carro se direciona sempre a um pavimento intermediário da zona, quando não há solicitação. Quando há alguma chamada, em qualquer pavimento (de cada zona), o carro a atender será o que estiver mais próximo do pavimento solicitante.

A distribuição dos elevadores nesse edifício se configura como apresentamos esquematicamente a seguir, nas figuras abaixo (fig. 8.11 e 8.12).

Fig. 8.11 - Disposição dos elevadores edifício "B" (sem escala).

Elevadores atendem
Elevadores não atendem

Fig. 8.12 - Corte esquemático edifício "B".

Os elevadores contam com sensores infravermelhos em suas portas, os quais detectam a presença de pessoas, impedindo o fechamento das mesmas quando alguém está entrando ou saindo dos elevadores. Entretanto, observamos que um grande número de usuários (funcionários e visitantes) parecem não confiar no sistema; sempre que mais de uma pessoa vai entrar na cabine; o primeiro a entrar “segura” a porta do elevador com as mãos para que os demais possam entrar. Este comportamento é incompatível com a proposta tecnológica oferecida; no entanto, parece ser bastante comum nos edifícios que adotam esse sistema. Isto nos leva a supor que os conceitos das novas tecnologias levam um certo tempo para serem absorvidos pelas pessoas, até então acostumadas com os sistemas mais simples e antigos.

A foto 8.28 se refere à casa de máquinas dos elevadores desse edifício.

Foto 8.28 - Sala de máquinas dos elevadores - 19º pav. - edifício "B".

8.2 - ASPECTOS DE ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA.

O consumo de energia elétrica é o aspecto mais significativo para o desempenho econômico do edifício e o que está diretamente ligado aos assuntos abordados nesta pesquisa. Por esta razão, definimos aqui como é feito o gerenciamento da energia elétrica nos edifícios estudos de caso, enfocando seus pontos de atuação, suas vantagens e algumas dificuldades de instalação e operação.

8.2.1 - Gerenciamento de Energia Elétrica.

Dois conceitos se confundem quando se trata da utilização de energia elétrica: **conservação** e **economia** de energia. Conservar energia significa a utilização racional dos recursos naturais e economizar se consegue basicamente através da eliminação de desperdícios e da introdução de técnicas que aumentem a eficiência no seu uso.

O que podemos observar nos edifícios modernos, é que há uma preocupação com a economia de energia, não no sentido de preservá-la e sim, com o valor de consumo, que representa um item bastante significativo nos orçamentos das empresas de edifícios de escritórios.

Procedimentos de projeto como: correto dimensionamento dos condutores; balanceamento da iluminação artificial de acordo com as tarefas desenvolvidas, contando inclusive com a iluminação natural; introdução de dispositivos automáticos de controle de fluxo; utilização de lâmpadas e luminárias eficientes; distribuição correta dos circuitos de alimentação das lâmpadas; utilização de motores elétricos eficientes (com perdas reduzidas), dentre vários, podem contribuir significativamente para a queda no consumo de energia elétrica.

Aliada a esses procedimentos, há a necessidade de um bom programa de manutenção, cuja equipe responsável precisa:

- detectar todas as possibilidades de otimizar as instalações existentes;
- identificar pontos falhos e propor a implantação de equipamentos e procedimentos para a correção desses pontos;
- acompanhar o efeito dos investimentos realizados para a economia de energia nos sistemas de produção;
- medir os fluxos energéticos, estabelecer a contabilidade dos mesmos e seguir a evolução dos consumos;
- intervir de maneira ativa na motivação e formação de seu pessoal;

Hoje em dia, além dos procedimentos e programas de manutenção referidos, para que o consumo seja reduzido, são introduzidos, nos edifícios, equipamentos e processos de alto rendimento, além de dispositivos de controle e operação como meios que permitem sua medição e monitoramento. Os dados coletados por esses meios permitem, através de análises, detectar falhas, desperdícios, estabelecer prioridades de ação e estimar a eficácia das intervenções, além de possibilitar a identificação do grau de urgência para a correção de possíveis problemas.

De um modo geral, o gerenciamento de energia elétrica é feito através da comparação de medições contínuas das demandas solicitadas pelos diversos sistemas elétricos controlados pelo sistema de automação, com um valor preestabelecido referente à demanda contratada da concessionária, determinando ações de ligar / desligar equipamentos de acordo com prioridades programadas.

Segundo Castro Neto (1994), geralmente, os sistemas de gerenciamento funcionam como **controles remotos inteligentes** que, através de programas de monitoração, regulação e de economia de energia, proporcionam os dados necessários para que o computador de supervisão e gerenciamento centralizado execute os programas de auditoria, otimização, visualização e manutenção. Esse conjunto de funções permite que os dados obtidos através de sensores e enviados ao computador de supervisão, pelo programa de monitoração, sejam comparados com normas predeterminadas (programa de auditoria) e, se for necessário, ative os programas de otimização e regulação, mantendo assim o edifício sob total controle de consumo de energia. Além disto, os dados arquivados possibilitam programar as tarefas de manutenção, fazendo com que os equipamentos trabalhem sempre em condições ideais, contribuindo, desta forma, para a economia energética.

O sistema de automação predial, pelas suas funções de controle de energia pode oferecer:

- controle de demanda, mantendo os gastos de energia dentro dos níveis das tarifas diferenciadas contratadas;

- controle do fator de potência;
- partida/parada otimizada;
- otimização do uso do ar exterior por entalpia;
- compensação por cargas externas;
- compensação por ar exterior;
- ciclo de equipamentos com compensação
- otimização do uso de ar exterior por entalpia
- pré-resfriamento matinal
- suplementação com energia gerada por outra fonte (por exemplo: termo-acumulação: tanques de gelo, piscinas de água gelada e energia solar);
- controle do consumo de vapor e gás em caldeiras;
- tratamento de problemas de falhas de energia através de: rejeição de carga (selecionando equipamentos que devem ser desligados ou permanecer ligados) e religamento escalonado (determinando a ordem de ligamento de cargas quando o fornecimento de energia é restabelecido) para evitar picos de partidas de motores.

O sistema de gerenciamento também deve estar previsto para adequar as cargas ligadas à capacidade do gerador autônomo durante os períodos de falta de energia na rede, levando, de forma programada, os elevadores ao piso térreo numa primeira fase. Eventualmente, uma ou mais unidades poderão permanecer operativas durante a alimentação de emergência.

Eastwell (in: Atkins, 1988), destaca que o gerenciamento integrado dos vários sistemas ainda é um problema. A falta de comunicação entre os protocolos, específicos para cada sistema de controle, é causa da incompatibilidade (falta de integração), o que dificulta a centralização em um único processador. O BEMS (*Building Energy Management Systems*) tem uma estreita ligação com os avanços na tecnologia da computação, mas, o autor sugere que é difícil apontar, empiricamente, as vantagens e desvantagens que envolvem seu desenvolvimento. Sistemas de inteligência centralizada têm desenvolvido um alto grau de integração horizontal,

parcialmente devido à natureza das companhias envolvidas, como por exemplo, Honeywell e Johnson Controls. Essas empresas procuram integrar os controles ao nível de sistema de ar-condicionado, segurança contra incêndio, elevadores e controle de acesso em um único produto, mas, atualmente, apenas os dois primeiros se integram e bem poucos sistemas são instalados utilizando um único processador central.

8.2.2 - Gerenciamento de energia elétrica nos edifícios estudos de caso.

O gerenciamento de energia elétrica se baseia na leitura, em tempo real, dos valores de demanda dos diversos equipamentos elétricos instalados por meio de equipamento específico, cujos valores somados, podem ser visualizados na tela do microcomputador ligado ao sistema de automação.

No **edifício "A"** não existe controlador de demanda. Foi calculado um valor fixo para a demanda a ser contratada da concessionária desde o início da sua ocupação e até o momento esse valor continua o mesmo.

Como a incidência de ultrapassagem de valores não é significativa, ou pelo menos até o momento não foi, supõe-se que esteja compatível com as necessidades do edifício. Os valores contratados são os seguintes: 412 KW no horário de ponta e 580 KW no horário fora de ponta, durante o ano todo.

Pela fonte de dados fornecida pela empresa, ou seja, as contas de luz referentes ao ano de 1996 e parte de 1997, calculamos que o consumo médio mensal de ponta é de 15.250 KWH e fora de ponta é de 158.200 KWH, significando 14,5 KWH de consumo médio mensal por metro quadrado. Esses valores implicaram em um gasto médio mensal de R\$ 17.070,00, totalizando, no ano de 1996, R\$ 204.830,00.

Aparentemente não há uma preocupação, por parte da empresa, com o consumo de energia elétrica no edifício; uma vez que medidas de otimização do uso da energia elétrica não têm sido tomadas.

As fotos a seguir, são relativas aos equipamentos de transformação, co-geração de energia e suporte.

Foto 8.29 - Cabine de força/transformadores - edifício "A".

Foto 8.30 - Cabine de força/*no break* - edifício "A".

No caso do **edifício "B"**, onde o controle da demanda é parcialmente feito através do sistema de automação, os valores lidos são comparados com o valor preestabelecido (demanda contratada da concessionária + 4%) e, se há uma ultrapassagem desse valor, o sistema emite alarmes para o computador e para o “bip” do responsável pela supervisão do edifício. Além disto, toma algumas providências automaticamente, ou seja, desliga cargas como por exemplo, luminárias periféricas consideradas não essenciais, *boiller* da cozinha, exaustores e alguns *fan-coils*.

Outras providências, como a desativação de dois elevadores por zona e desligamento de unidades refrigeradoras também são tomadas, embora manualmente, via teclado do computador, por não estarem vinculadas ao sistema de automação. Essas são consideradas cargas grandes e são desligadas também no intuito de não provocar muita oscilação na demanda.

Neste sentido, hoje o computador serve basicamente para monitorar os valores de leitura de cada setor, possibilitando decisões humanas de desligar ou ligar equipamentos, no caso de ultrapassagem dos valores de demanda contratada. Isto requer, portanto, uma vigilância constante por parte dos operadores e tomadas de decisões que dependem exclusivamente da sua capacitação e bom senso.

Os valores de demanda contratados variam com períodos do dia (entre 17h e 30 min e 20h e 30 min - **horário de ponta** e o restante do tempo, **fora de ponta**) e do ano (de dezembro a maio - **período úmido** e de junho a novembro - **período seco**). O custo da energia no horário de ponta é 200 % mais caro do que no outro e, no caso desse edifício, o valor de demanda contratada no período seco, é 12% menor que no período úmido.

Através de histórico fornecido pela empresa desse edifício, observamos que de janeiro a maio/1996, o edifício contratava um valor de demanda de 2150 KW e 2400 KW, em horário de ponta e fora de ponta respectivamente. De junho/96 até maio/97, os valores passaram para 2220 KW e 2550 KW nessa mesma ordem. Nesse período de um ano, apenas duas vezes a demanda registrada ultrapassou o limite da

contratada + 10%, acarretando multa de 200% sobre o excedente. Esses fatos geralmente acontecem no horário de pico da demanda, entre 13h e 13h e 30 min.

De acordo com a administração do edifício, os valores contratados ainda são altos. Há um consumo médio mensal de 87.000 KWH em horário de ponta e 813.000 KWH no horário fora de ponta, significando um consumo médio mensal de 16 KWH/m². Em 1996, significou um gasto de R\$ 1.082.000,00 com energia elétrica, ou seja, em média, R\$ 90.000,00 por mês.

Visando minorar esse gasto, estão sendo feitos estudos relativos a procedimentos a serem adotados, como, por exemplo, remanejar as atividades de limpeza, que atualmente é feita das 18h e 30 min em diante, para depois das 20h e 30 min; utilizar os recursos de co-geração, já existente no edifício, durante pelo menos 3 horas por dia, no horário de ponta. Além disto, cogita-se de um *retrofit* no sistema de automação, para ampliar e modernizar o que já existe, o qual, na opinião da empresa, significa hoje, 20% do necessário. Pretende-se, com isto, reduzir o valor da demanda e, conseqüentemente do consumo, em 30% sobre os valores atuais.

As fotos a seguir são relativas aos equipamentos de transformação, co-geração de energia e suporte.

Foto 8.31 - Sala de transformadores - 19º pav. - edifício "B".

Foto 8.32 - Sala de geradores - subsolo - edifício "B".

Foto 8.33 - Sala de baterias - subsolo - edifício "B".

CAPÍTULO 9

CONCLUSÕES GERAIS

Em contraposição à crescente verticalização dos edifícios (Sears Tower, em Chicago - EUA, de 443 m; Petronas Towers, em Kuala Lumpur - Malásia, de 450 m e Grollo Tower, em Melbourne - Austrália, de 500 m de altura), há informações de tendências para novos conceitos de ocupação de edifícios de escritórios. Segundo a opinião de Miranda (1996), esses conceitos se caracterizam por dois grupos: escritórios territoriais e não-territoriais. Os primeiros se expressam pela definição de um espaço de trabalho para cada funcionário, podendo ser salas fechadas ou ambientes compartilhados por várias pessoas, com um *pool* de serviços comum a todos.

Pelo conceito da não-territorialidade, não há uma ocupação definitiva do espaço pelo usuário; as pessoas passam a ocupar os espaços nos escritórios apenas quando necessário e não de forma definitiva, tendo em vista as facilidades tecnológicas da comunicação, que permitem o desenvolvimento de suas tarefas em qualquer lugar.

A transferência dos postos de trabalho de escritórios para as residências dos próprios funcionários é uma outra tendência, propiciada pelas facilidades crescentes de comunicação. Em sua casa, poderão desenvolver suas tarefas confortavelmente, sem enfrentar os problemas da vida moderna das grandes cidades, com a vantagem de

gastar menos tempo e recursos. Nesse caso, as residências deverão se adequar ao novo papel e a **domótica** poderá também despertar interesse tanto dos pesquisadores quanto dos investidores do mercado imobiliário.

Entretanto, a história nos mostra que os edifícios de escritórios sempre foram fontes de inspiração e preocupação para arquitetos e engenheiros que, numa busca constante de melhoria dos seus ambientes e economia de sua produção e manutenção, vêm transformando, num processo evolutivo, os conceitos já fundamentados há mais de um século.

Essa evolução, que determina mudanças nas formas de ocupação e uso como na implementação de produtos arquitetônicos e tecnológicos da atualidade em sua composição, suscita discussões e pesquisas internacionais, de onde pode-se extrair propostas para adequabilidade do edifício às exigências da época.

A exemplo disto, citamos o *67th Regional Conference - Council on Tall Buildings*, realizado em São Paulo - Brasil, em 1995, quando vários aspectos relativos aos edifícios de “alta tecnologia” foram abordados, inclusive com a apresentação de inovações tecnológicas em equipamentos de suporte ao seu funcionamento. À época, foi apontada uma relação de quesitos necessários à estruturação de um edifício dessa natureza, que pode ser resumido esquematicamente, conforme a figura (fig. 9.1) a seguir.

Fig. 9.1 - Esquemática de itens necessários à composição de um edifício de escritórios de alta tecnologia.

Fonte: Folha de São Paulo - 22/10/1995 - Seção "Imóveis".

Além dos itens propostos, podemos acrescentar outros, basicamente relacionados ao conforto, sugeridos por resultados de pesquisas desenvolvidas no Brasil e no exterior, além desta própria.

Quanto à iluminação, destacamos a distribuição homogênea de luminárias no teto, com níveis apenas o necessário para atividades de pouca solicitação visual com a utilização de *task-lighting*, ou seja, luminárias portáteis para as mesas de trabalho, cujos fluxos luminosos podem ser ajustados pelos usuários de acordo com suas necessidades; sistemas de controle automático de fluxo, que, com elementos dimerizáveis, ajustam a intensidade de iluminação artificial no perímetro interno do edifício, em função da contribuição da luz natural que passa pelo envidraçamento; sistemas de detecção de presença que liga ou desliga luminárias de acordo com a ocorrência de pessoas em determinados locais; aproveitamento da luz solar com direcionamento por dutos e espelhos refletores. Esses recursos, evidentemente,

podem ser adotados em projeto, levando-se em consideração as questões de custo-benefício, requisição de pessoal e manutenção, além dos efeitos sobre outros aspectos, como por exemplo, na economia do ar-condicionado, no risco de incêndio e outros.

No que se refere ao conforto térmico, uma vez instituída a utilização do ar-condicionado, apontamos opções tais como: sistema de insuflamento de ar frio pelo piso também nas áreas de escritórios, mantendo a temperatura baixa apenas ao nível do usuário; controles individuais de temperatura e umidade nos postos de trabalho, mantendo um nível baixo de condicionamento central; criação de espaços para localização de equipamentos como: centrais telefônicas transformadores de energia elétrica, geradores de eletricidade, bombas, *chillers*, torres de resfriamento e vários outros, fora do edifício; utilização de tanques de gelo no sistema de ar-condicionado; janelas controláveis para trocas de ar com o exterior quando as condições forem favoráveis; utilização de brises para minimização de carga térmica penetrante no seu interior, assim como outros destacados neste trabalho.

Não obstante esses elementos se tornem cada vez mais necessários à evolução adequada dos edifícios, eles também incrementam a sua complexidade em termos de controle. Cada item introduzido não significa uma variável a mais e sim, inúmeras, requerendo, portanto, crescente aprimoramento e sofisticação dos sistemas de gerenciamento automatizados.

Baseados em princípios de centralização de dados, processamentos interfaceados e decisões integradas, esses sistemas têm sido necessários, até mesmo imprescindíveis, nos tempos atuais. Embora seu emprego esteja longe de alcançar seus reais objetivos, uma vez que ainda administra deficiências arquitetônicas, muito contribui para o desempenho dos edifícios, principalmente no que se refere à economia de energia elétrica e a utilização de pessoal para operação e manutenção. Apresenta defeitos de funcionamento, traduzidos por decisões incorretas, baseadas em más interpretações de dados, como por exemplo, a identificação de fenômenos de diminuição de pressão nas tubulações de água, detectados pela passagem de uma bolha de ar. Outro exemplo é a interpretação de temperatura ambiente como sendo dentro do limite

preestabelecido, quando, na realidade, ela se encontra mais alta. Falhas como essas, podem ter origem em dados colhidos inadequadamente, como por exemplo, dados de temperatura dos ambientes dos usuários coletados por sensores localizados acima do forro; dado de ocorrência de incêndio coletado por detector, colocado a uma baixa altura, que interpreta fumaça de cigarros como produto de incêndio, além de tantos outros, que, constantemente, requisitam do operador, interpretações e decisões baseadas em sua experiência e bom senso, anulando as decisões do computador.

Erros e acertos, no entanto, não ocorrem apenas nos edifícios brasileiros. Os pontos positivos e negativos detectados nos exemplares estudados nesta pesquisa (edifício "A" e edifício "B") em maior ou menor escala, também foram apontados em outros no Japão, Estados Unidos e Europa, os quais sofreram avaliações de especialistas como Hartkopf, Loftness, Paciuk, Preiser e vários outros. Os edifícios têm em comum, problemas com conforto térmico (insatisfação dos usuários com a temperatura e alto consumo de energia elétrica devido ao ar-condicionado), com iluminação (excesso ou deficiência de níveis de aclaramento, como também a não inclusão de luz natural nos ambientes), incompatibilidade de *lay out* com os sistemas de distribuição de ar e iluminação devida à flexibilidade para mudanças, além das dificuldades geradas pela incompatibilidade de comunicação entre os diversos sistemas integrados pela automação.

Fatos como esses, considerados sob o ponto de vista dos conceitos de desempenho total dos edifícios, sugerem que a qualidade espacial, térmica, do ar, visual e a sua integridade, principalmente no que diz respeito às propriedades físicas e químicas, de uma maneira geral, não atendem satisfatoriamente aos critérios preestabelecidos. Por outro lado, destacamos pontos positivos como, por exemplo, a possibilidade de mudanças de *lay out* e de adaptações às novas tecnologias, proporcionada pela utilização de malhas de piso; a adoção de sistemas de segurança pessoal e patrimonial, embora com alguns problemas conceituais, como já referimos, mas com um desempenho razoável; a utilização de controles automatizados nas instalações e gerenciamento integrado, embora com limitações de funcionamento. Esses e outros aspectos são indicadores que os agentes envolvidos com a produção dos edifícios de

escritórios buscam atender aos critérios de desempenho listados, embora com certa dificuldade, dada a complexidade das suas interfaces.

As questões aqui apontadas são básicas, das quais advêm várias outras; elas são definidas com forte embasamento nas opiniões dos usuários, que passam a maior parte do tempo em seu interior, satisfeitos com alguns aspectos e insatisfeitos com outros, de uma maneira geral.

Contentar plenamente a todos os indivíduos aplicando conceitos de padronização de comportamento culturais e generalização de parâmetros, sobre o que se fundamentam as concepções dos edifícios de escritórios dessa nova era, se torna, até certo ponto, uma tarefa difícil de se executar. No entanto, o próprio desejo do usuário de controlar as condições ambientais do seu pequeno espaço, já sugere soluções que podem ir da mais simples, como uma janela que ele pode abrir ou fechar às mais sofisticadas como uma *cell body*, que pode ser controlada independentemente (fig. 9.3), ou mesmo controladores individuais de temperatura, umidade e renovação do ar (fig. 9.2), como aponta Hartkopf (1993), as quais podem definir um caminho a seguir nessa direção.

Fig. 9.2 - Controlador individual de temperatura e renovação do ar.
Fonte: Hartkopf (1993, p. 154)

Fig. 9.3 - *Cell body* - sistema adotado no Umeda Center Building - Japão- com gerenciamento individual.

Fonte: Hartkopf (1993, p. 176).

As transformações tecnológicas, ao nível da microeletrônica aplicada ao gerenciamento de edifícios, poderá ser mais eficiente se utilizada para controlar elementos arquitetônicos inteligentes, os quais, desenvolvidos com o propósito de criar ambientes confortáveis e seguros, ainda se utilizam dos recursos naturais de forma preservacionista. Como exemplo, consideramos que seria ideal que o gerenciamento automatizado fosse aplicado a elementos dinâmicos como janelas, portas, painéis espelhados, brises e até mesmo em tetos, os quais poderiam compor um sistema de condicionamento natural de ar; além de poder ser mais eficiente do ponto de vista do usuário, pois estaria em acordo com seus anseios, seria energeticamente mais econômico

Considerando que as propostas atuais para os edifícios de escritórios contemplam soluções massivas e os usuários, em sua individualidade, anseiam por ambientes personalizados, isto parece um contra-senso. Entretanto, este fato não pode ser considerado isoladamente, visto que ele se insere em um contexto muito mais amplo, onde vários fatores são igualmente importantes e interdependentes, os quais determinam não só o comportamento humano como o destino dos recursos naturais, consumidos com uma preocupação mais econômica do que preservacionista.

Para avaliar o desempenho dos edifícios, dentro do referido contexto, uma das ferramentas mais adequadas parece ser a Avaliação Pós-Ocupação, uma vez que, através da aplicação de seus métodos e técnicas, se viabilizam conclusões mais reais

de desempenho, vinculadas à satisfação de seus ocupantes, deixando de ser exclusivamente “diagnósticos” técnicos. Desta forma, podemos afirmar que, a consciência formada, através desta pesquisa, a respeito dos edifícios de escritórios, não teria sido suficientemente lúcida se não houvesse o envolvimento do elemento humano (usuário), principal variável de uma possível equação de desempenho. Cabe ressaltar, no entanto, que análises de desempenho de edifícios através da Avaliação Pós-Ocupação requerem um razoável conhecimento sobre o funcionamento de cada estudo de caso, demandando tempo e dedicação. É necessário que o (s) pesquisador (es) frequente (m) o local com uma certa assiduidade e entreviste (m), formal e informalmente, um número considerável de pessoas, especialmente aquelas que lidam diretamente com a supervisão e manutenção do edifício, além daquelas envolvidas com o seu projeto e a sua produção, para que suas conclusões não sejam nem puramente técnicas nem tendenciosas, como também, não fiquem na superficialidade. No que tange a esse aspecto, podemos afirmar que, pelo fato de ter procedido dessa forma no desenvolvimento desta pesquisa, ou seja, ter realizado inúmeras entrevistas com pessoas qualificadas conforme referimos, foi possível assimilar, empiricamente, as questões referentes ao seu desempenho, tanto as positivas quanto as negativas e compreender mais claramente os fenômenos que ocorrem no dia a dia em seu interior.

Nossa pesquisa se desenvolveu desta forma; houve significativa familiarização com os dois edifícios estudos de caso, no que se refere ao seu funcionamento e seus usuários. Diagnosticamos alguns dos problemas como também alguns pontos positivos e a complexidade das interfaces dos três elementos: **arquitetura, automação e usuários.**

Preocupa-nos, o fato de se introduzir controles baseados na tecnologia de transmissão de dados, cuja evolução se apresenta tão rápida, em edifícios que ainda apresentam falhas mecânicas de equipamentos por deficiência de manutenção; de utilização de materiais e inclusão de detalhes arquitetônicos que inviabilizam a limpeza de fachadas e forros e ainda dificultam a manutenção das instalações elétricas e de incêndio; de introdução de elementos que provocam riscos de acidentes. Apresentam falhas de execução provocadas por incompatibilidades de projetos e pela utilização

de mão de obra desqualificada em sua execução; apresentam problemas de fundações gerados por interferências de cargas com os prédios vizinhos. Não promovem acessos adequados aos deficientes físicos; têm eternos problemas de incompatibilidade entre os *lay outs* flexíveis e os sistemas de ar-condicionado e de combate a incêndio e muitos outros dessa natureza.

Isto significa que uma revisão de conceitos parece necessária e um aprimoramento parece urgente. Sem estes procedimentos, não pode haver sinergia entre a **edificação**, as **tecnologias de automação** e os **usuários** e os edifícios não podem ser chamados de “inteligentes” como têm sido pela mídia.

Inteligente é o homem, que tem em sua constituição uma envoltória perfeita, que acompanha as variações climáticas mantendo as temperaturas internas equilibradas; que tem uma estrutura de sustentação estável; que precisa de fontes energéticas para funcionar; que tem dispositivos de segurança para auto defesa; que tem um sistema de transmissão de dados complexo mas eficiente e um processador central que determina e controla todas as suas funções.

Inteligente poderá ser o edifício que sair da inércia e for concebido segundo conceitos dinâmicos; que incluir em seu corpo elementos arquitetônicos que se movimentem e que interajam equilibradamente com a natureza, controlados por um cérebro que toma decisões baseadas em dados colhidos por sensores de informações táteis, visuais, sonoras, olfativas e até mesmo gustativas, que transitarão por um sistema nervoso sem interferências; que funcionará sem consumir excesso de energia; que não será doente nem transmitirá doenças aos seus ocupantes.

O edifício inteligente não deve ser produto de uma arquitetura visionária, como propôs Sant’ Elia (Zevi, 1966), mas um fato que parece muito próximo da realidade, se considerarmos que a **velocidade** das transformações, tanto no modo de vida das pessoas quanto na evolução das tecnologias, é uma grandeza que sofre influência de uma **aceleração** constante, ao longo do **tempo**.

CAPÍTULO 10

BIBLIOGRAFIA

- ABIKO, Alex; JOHN, Vanderley M. Artigos Técnicos da Sessão “Avaliação de Sistemas Construtivos e Pós-Ocupação”. In: *Anais do ENTAC - 93 - Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações*. São Paulo, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1993.
- ACHARD, P.; GICQUEL, R. *European Passive Solar Handbook - Basic Principles and Concepts for Passive Solar Architecture*. Luxembourg, Commission of the European Communities, 1986.
- ALMEIDA, Guilherme G. de. *Avaliação Durante Operação (ADO) - Metodologia aplicada aos sistemas prediais*. São Paulo, EPUSP-CIVIL, 1994 (Dissertação de Mestrado).
- ALUCCI, Márcia P.; AKUTSU, Maria; CARNEIRO, Cláudia de M. Geometria dos Ambientes: Um dos Fatores Determinantes do Desempenho Técnico das Edificações. Publicação IPT 2189, In: *A Construção São Paulo*, São Paulo, n° 1971, nov./1985, p. 21 - 26.
- ALUCCI, Márcia Peinado. *Conforto Térmico, Conforto Luminoso e Conservação de Energia Elétrica*. São Paulo, FAU-USP, 1992. (Tese de Doutorado).
- ALUCCI, Márcia Peinado . *Economia de Energia Elétrica em Edifícios Comerciais: Subsídios para o Desenvolvimento de Projetos Arquitetônicos*. Porto Alegre, CEPEL, 1988.

- AMARAL, Cláudio Silveira. *Escritório, o espaço da produção administrativa em São Paulo*. São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1995. (Dissertação de mestrado).
- ANDRADE, Cláudia Miranda de. Novos Conceitos de Ocupação de Espaço. Escritórios Territoriais ou Não-Territoriais? In: *Office International* - Seção Opinião. São Paulo, Flex - Editora e Eventos- nov./dez./1996, p. 22.
- ANGEL, Patrícia; FRAIGI, Liliana. O Futuro Dentro de Casa. (Entrevista). In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini. n. 11 - jul/ago-94. p. 12 - 14.
- ARCHIBALD, J. M. *Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais*. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1986.
- ARKIN, H. PACIUK, M. Evaluating Intelligent Buildings According to Level of Service System Integration. In: *1st International Congress on Intelligent Buildings*. Tel Aviv, Israel, 6-8 February, 1995.
- ART, Dalton Rodolfo. *Sistemas de Segurança em Edifícios*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5382 (1977) - Verificação do Nível de Iluminamento de Interiores - Método de Ensaio*. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1977.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5413 (1982) - Iluminância de Interiores*. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9001 (1994) - Sistemas de Qualidade - Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados*. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.
- ATKINS, Brian (coord.). *Intelligent Buildings*. 1 ed. New York, Halsted Press, 1988.
- BAKER, N. V. Thermal Comfort Evaluation for Passive Cooling: A Pascool Task. In: *3rd European Conference on Architecture 17-21 may 1993/ Florence, Italy*, p. 103-106.

- BAKER, Nick, NICOL, Fergus. Preliminary Specification of the Comfort Monitoring Survey. Presented at the 2nd Pascool Meeting in Glasgow, 15-17 feb 93. Cambridge, The Martin Centre for Architectural and Urban Studies, 1993.
- BALDWIN, Roger et al. Environmental Assessment and Management of Buildings. In: *3rd International Symposium: Applications of the Performance Concept in Building*. Tel-Aviv, Israel, December 9-12, 1996, vol. 1, p. 69-78.
- BARKER, Frederick. Is 2000 Feet per Minute Enough? (Is 10 Meters per Second Enough?). In: *Proceedings of 67th Regional Conference - High Technology Buildings*. São Paulo, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1995. p. 151 a 166.
- BARRETO, Douglas. *Sistemas de Gestão de Edificações I: A Infra-estrutura de Serviços e a Automação*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- BAUER, Wolfgang Leopold. *Sistemas de Segurança em Edifícios II*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- BECHTEL, Robert B.; MARANS, R.; MICHELSON, W. (Eds.) *Methods in Environmental and Behavioral Research*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1987.
- BECKER, Rachel, PACIUK, Monica. Energy Loads in Office Buildings with Various Cooling Patterns. In: *Energy & Mass Flow in the Life Cycle of Buildings*. Vienna, Áustria, August 4 - 10, 1996.
- BECKER, Rachel, PACIUK, Monica. Experimental Validation of TARP for prediction of Overall Thermal Performance Under Various Heating Patterns. In: *Energy and Buildings*. Haifa, Israel, Elsevier Sequoia, 1993, p. 121-132.
- BECKER, Rachel. Implementation of the Performance Concept in Building - Future Research & Development Needs. In: *3rd International Symposium: Applications of the Performance Concept in Building*. Tel-Aviv (Israel), December 9-12, 1996, vol. 1, p. 11-21.

- BERTO, Antonio Fernando. Necessidade de Definição da Segurança Contra Incêndio no Processo Arquitetônico dos Edifícios. In: *Caderno de Artigos do Seminário Internacional NUTAU'96 - Segurança Contra Incêndio*. São Paulo, NUTAU/USP, 1996, s.p.
- BEYER, Paulo O.; SALVADORETTI, José L. Artigo Técnico da Sessão “Conforto e Sistemas Prediais”. Influência da Área de Janelas na Avaliação Técnica de Prédios. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 623 a 628, vol. II.
- BLACHÈRE, Gérard. *Savoir Bâtir*. Paris - França, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 1966.
- BOEMEKE, Aglae M. Da Silva et al. . Indicador de Qualidade: Nível de Satisfação do Usuário. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 103 - 109, vol. I.
- BORGES, Luciano. FRANÇA, Eudes. Uma experiência em Tamanho Real. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini, n. 22, mai/jun/1996. p. 22-24.
- BRUAND, Yves. *Arquitetura Contemporânea no Brasil*. São Paulo, Editora Perspectiva, 1981.
- BURBERRY, Peter. *Environment and Services*. London, Mitchell's Building Construction, 1970.
- CALDEIRA, Vasco (coord.). Arquitetura nas Bienais de São Paulo. In: *Idéias de Arquitetura*. São Paulo, Hunter Douglas do Brasil Ltda., s.d., n. 6.
- CALDEIRA, Vasco (coord.). Congresso Nacional- Palácio da Alvorada - Invenção dos Brises-Soleil. In: *Idéias de Arquitetura*. São Paulo, Hunter Douglas do Brasil Ltda., s.d., n. 1.
- CALDEIRA, Vasco (coord.). Cor na Arquitetura Através dos Tempos. In: *Idéias de Arquitetura*. São Paulo, Hunter Douglas do Brasil Ltda., s.d., n. 7.
- CALDEIRA, Vasco (coord.). Escritórios. In: *Idéias de Arquitetura*. São Paulo, Hunter Douglas do Brasil Ltda., s.d., n. 9.
- CALDEIRA, Vasco (coord.). Escritórios. In: *Idéias de Arquitetura*. São Paulo, Hunter Douglas do Brasil Ltda., s.d., n. 10.

- CAMELO, S. et al. *Conforto Térmico num Edifício de Serviços*. Lisboa (Portugal), Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, s.d.
- CAMELO, Susana Maria Lasbarrères. *Conforto Térmico e Qualidade de Ar no Interior de Edifícios*. Trabalho de Mestrado em Eng. Mecânica/ Técnicas de Medida e de Controle de Poluição. Porto (Portugal), s.ed., 1991/1992.
- CARVALHO, Homero J. M. et al. Avaliação Pós-Ocupação em um Condomínio Vertical. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 301 - 306, vol. I.
- CASTRO NETO, Jayme Spínola de. *Arquitetura de Edifícios de Alta Tecnologia*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- CASTRO NETO, Jayme Spínola de. *Edifícios de Alta Tecnologia*. São Paulo, Carthago & Forte, 1994.
- CATÁLOGO TÉCNICO DA JOHNSON CONTROLS.
- CATÁLOGOS TÉCNICOS - Elevadores Atlas - Indústrias Villares.
- CATÁLOGOS TÉCNICOS - PHILIPS ILUMINAÇÃO.
- CBB INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE LTDA. A Empresa e sua atuação na área de Sistemas de Automação Predial e Segurança. São Paulo, CEGELEC/CBB, s.d..
- CENTRO DE PROJETOS E ENGENHARIA DE ILUMINAÇÃO. *Manual de Iluminação*. Eindhoven - Holanda, Philips Lighting Division, 1986.
- COMMISSION INTERNATIONALE D'ÉCLAIRAGE. - CIE Nº 16 (E-3.2) 1970: *Luz Natural*. Tradução COBEL. São Paulo, 1988.
- CONSTRUÇÃO. Artilharia Pesada. In: *Construção*. São Paulo, Editora Pini, - n. 2434 - out- 3/94. p. 6 - 10.
- COSTA FILHO, Bento Alves da. *Automação Bancária: uma análise sob a ótica do cliente*. São Paulo, Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, 1996. (Dissertação de mestrado).
- COWAN, Peter (director). *The Office: a facet of urban growth*. London, Heinemann Educational Books Ltd., 1969.

- CRUZ, Antero de O. ORNSTEIN, Sheila W. A Qualidade no Projeto Arquitetônico da Habitação Popular: Insumos para a análise do desempenho funcional com base na Avaliação Pós-Ocupação da autoconstrução. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 275 - 280, vol. I.
- D'HAVÉ, Raymond (direction). *Bâtiment dans son Ensemble: Guide des Performances du Bâtiment*. Bruxelles, CSTC/SECO, 1979.
- DATA BOLSA IMÓVEIS. *Tecnologia nos prédios de escritórios*. Boletim Data Bolsa Imóveis. Abr./ 1995. p. 2 e 3.
- DAVIS, Gerald, SZIGETI, Françoise. ASTM Serviceability Standards for Whole Buildings: Matching Whole-Building Capabilities to User Functional Requirements. In: *3rd International Symposium: Applications of the Performance Concept in Building*. Tel-Aviv (Israel), December 9-12, 1996, vol. 1, p. 53-62.
- DEL CARLO, Ualfrido, SEITO, Alexandre Itiu. Proteção ao Fogo das Estruturas. In: *Caderno de Artigos do Seminário Internacional NUTAU'96 - Segurança Contra Incêndio*. São Paulo, NUTAU/USP, 1996, s.p.
- DEL CARLO, Ualfrido. Artigo Técnico: Edifícios Inteligentes (EI) e Controle das Condições Ambientais. In: *Anais do II Encontro de Professores de Conforto Ambiental da Região Nordeste. II Ciclo de Palestras de Conforto Ambiental e Conservação de Energia*. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba - Centro de Tecnologia do Departamento de Arquitetura, 1994, p. 21 - 22.
- DELPOIO, Jefferson. Large Towers and Elevators. In: *Proceedings of 67th Regional Conference - High Technology Buildings*. São Paulo, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1995. p. 167 a 174.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 5034 - *Daylight in Interiors, Part 1, Part 2*. Berlin, 1979.
- ECHENIQUE, MARCIAL. Modelos: Una Discusión. In: *"La estructura del espacio urbano"*. Ed. Gili, Barcelona, 1975.
- ESCRITÓRIOS BIRMANN OFFICES - Folder. São Paulo, Birman S.A., s.d.
- FACILITY. Nestlé: a arte de gerenciar uma sede com 1.100 funcionários. In: *Facility*. São Paulo, Editora Flex Ltda., n. 1, 1997, p. 16 a 19.

- FACILITY. O ar no ambiente de trabalho. In: Facility. São Paulo, Editora Flex Ltda., n. 1, 1997, p. 27 a 30.
- FACILITY. Verdades e Mentiras da Automação Predial. In: *Facility*. São Paulo, Editora Flex Ltda., n. 1, 1997, p.10 a 14.
- FIALHO, Francisco Antônio P.; GONTIJO, Leila A. Conforto Ambiental, Uma Questão Quantitativa ou Qualitativa. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 617 - 622, vol. II.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Edifício do futuro é discutido em São Paulo. Caderno de Imóveis. São Paulo, Folha de São Paulo, 22/10/1995, p. 1.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Globalização traz prédios inteligentes a São Paulo. Caderno de Imóveis. . São Paulo, Folha de São Paulo, 13/08/1995, p. 1.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Prédios Inteligentes - Caderno de Imóveis. São Paulo, Folha de São Paulo, 22/10/1995, p. 7.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Serviços compensam escritórios pequenos. Caderno de Imóveis. São Paulo, Folha de São Paulo, 13/08/1995, p. 3.
- FRAMPTON, Kenneth. *Historia Crítica de la Arquitectura Moderna*. Barcelona - Espanha, Gustavo Gili, 1983.
- FREITAS JÚNIOR, Waldemar A., CANANÉA, Ronaldo C. *Experiência da CHESF na Implantação de um Simulador de Treinamento Para Operadores de Sistema*. In: *Anais do II Encontro de Professores de Conforto Ambiental da Região Nordeste. II Ciclo de Palestras de Conforto Ambiental e Conservação de Energia*. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba - Centro de Tecnologia do Departamento de Arquitetura, 1994, pg. 15 a 19.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. *Manual de Conforto Térmico*. São Paulo, Editora Nobel, 1988.
- GAPPO, Afonso C. High Technology Buildings Vertical Transportation Program. In: *Proceedings of 67th Regional Conference - High Technology Buildings*. São Paulo, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1995. p. 291 - 330.

- GASPERINI, Gian Carlo. *Contexto e Tecnologia: o Projeto como Pesquisa Contemporânea em Arquitetura*. São Paulo, FAU-USP, 1987. (Tese de Livre Docência).
- GILL, Alfonso Antonio. A evolução na Proteção Contra Incêndio (PCI). Boletim Técnico GSI / NUTAU / USP, Ano I, n. 6, Abril/1996.
- GOMIERO, José Gaetano. *Conservação de Energia Elétrica em Edifícios de Alta Tecnologia*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- GONÇALVES, Orestes M. Avanços Conceituais e Tecnológicos. In: *Téchne*, São Paulo, Editora Pini. n. 12, set/out - 1994, p. 30 - 34.
- GROSS, James G. Developments in the Application of the Performance Concept in Building. In: *3rd International Symposium: Applications of the Performance Concept in Building*. Tel-Aviv (Israel), December 9-12, 1996, vol. 1, p. 1-11.
- HARTKOPF, Volker et al. *Designing the office of the future: the Japanese approach to tomorrow's workplace*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- HARTKOPF, Volker et al. *Hi Tech - Low Tech, Healthy, Intelligent Buildings*. Pittsburgh - USA, Center for Building Performance & Diagnostics, Carnegie Mellon University, s.d.
- ILHA, MARINA S. O. Programa de Qualidade dos Sistemas Prediais de Energia. In: *VIII Simpósio de Sistemas Prediais*, set. 1994. p. 155 - 165.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. *Notícias sobre iluminação natural de edifícios*. (Publicação 943) - Agrupamento de Tecnologia Ambiental da Divisão de Engenharia Civil, s.d.
- JABARDO, José Maria Seuz. Evolução dos Equipamentos de Ar Condicionado Visando a Conservação de Energia. In: *Anais do Simpósio Nacional de Conservação de Energia nas Edificações*. São Paulo, EPUSP-CIVIL, 1989, p. 135-156.
- KATO, Enio Akira et al. *Qualidade dos Sistemas Prediais de Comunicação e Automação. Enfoque: Shopping Center do Tipo Regional*. São Paulo, EPUSP-CIVIL, 1994.

- KUHN, THOMAS S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva, 1987.
- LAZARIDIS, P. *Sistemas de Gestão de Edificações II*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- LEE, Stephen R. TU, Kung-Jen. Total Building Performance, a Framework for Evaluating Innovative Components and Systems in the Intelligent Workplace. In: *3rd International Symposium: Applications of the Performance Concept in Building*. Tel-Aviv (Israel), December 9-12, 1996, vol. 1, p. 29-38.
- MAGALHÃES, Maria Amália Amarante de Almeida. *O Projeto de Iluminação Natural: Estudo Comparativo de Métodos de Medição e de Simulação*. São Paulo, FAU-USP, 1995. (Tese de doutorado).
- MAHDAVI, Ardeshir et al. Effects of Lighting, Zoning, and Control Strategies on Energy Use in Commercial Buildings. Paper presented at the 1994 IESNA ANNUAL CONFERENCE. In: *Journal of the Illuminating Engineering Society - IES*, Winter 1995, n. 1, vol. 24.
- MAHDAVI, Ardeshir, HARTKOPF, Volker, MATHEW, Paul. The Potential for Improving the Energy Performance of HVAC, Lighting and Enclosure Systems in Commercial Buildings. In: *Tsinghua - HVAC - '95 - International Symposium on Heating, Ventilation, and Air Conditioning*. Pittsburgh - EUA, s.e., 1995.
- MANUAL DE PREVENÇÃO DE COMBATE A INCÊNDIOS - Programa Emergencial de Segurança em Imóveis. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo - Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano/ CONTRU, s.d.
- MANUAL DO USO DE ELEVADORES. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo - Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano/ CONTRU, s.d.
- MARTE, Cláudio Luiz. *Automação Predial: a inteligência distribuída nas edificações*. São Paulo, Carthago & Forte, 1995.
- MASCARÓ, Juan Luis. *O Custo das Decisões Arquitetônicas*. São Paulo, Editora Nobel, 1985.
- MEDEIROS, Heloisa. Certificação: A Difícil Estrada da Qualidade. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini, n. 11, jul/ago/1994. p. 33 - 37.

- MEDEIROS, Heloisa. Pós - Ocupação: De Volta à Cena. In: *Téchne*. São Paulo, Ed. Pini, n. 6, set/out/ 1993 p. 24 - 26.
- MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. Revisão da Terminologia e dos Conceitos Existentes na Área. In: *Anais do Workshop Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, ANTAC/NUTAU, 1994, p.9 a 23.
- MELHADO, Silvio B. *Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. São Paulo, EPUSP-CIVIL, 1994 (Tese de doutorado).
- MONTEIRO, Circe M. Gamma, LOUREIRO, Cláudia. Métodos e Técnicas para Levantamento de Campo e Análise de Dados: Avaliação de Lugares - o Enfoque da Teoria das Facetas. In: *Anais do Workshop Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, ANTAC/NUTAU, 1994, p.53 a74.
- NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL - ISO 6241 / 1984. *Normalização de Performances em Edifícios: princípios de sua preparação e fatores a serem considerados*. S.ed. s.d.
- OFFICE INTERNATIONAL. Tecnologia Predial: Garantia de Economia e Eficiência. In: *Office International* - Seção Mesa Redonda. São Paulo, Flex - Editora e Eventos- nov./dez./1996, p. 3 e 4.
- OLESEN, Bjarne W. Local Thermal Discomfort. In: *Technical Review* - to Advance Tecniques in Accoustical, Electrical and Mechanical Measurement. Nærum - Denmark, Bruel & Kjaer, n. 1, 1985.
- OLIVEIRA, A. MALDONADO, E. *Thermal Comfort Evaluation in Passive Solar Buildings*. Porto (Portugal), Dept. De Engenharia Mecânica da Universidade do Porto, s.d.
- OLIVEIRA, Armando C. *Conforto Térmico em Edifícios Residenciais no Período de Verão*. Porto (Portugal), s.ed, s.d.
- OLIVEIRA, Armando Carlos F.C. de. *Método Simplificado para Avaliação do Comportamento Térmico dos Edifícios Solares Passivos*. Porto, Fac. de Engenharia da Universidade. do Porto - Portugal, 1989, (Tese de doutorado).
- ONO, Rosária. A Study on the Performance Assurance in Building and Inspection. Nagoya - Japan, 1991. (Dissertação de Mestrado).

- ORNSTEIN, Sheila W. et al. Avaliação Pós-Ocupação (APO) e a Arquitetura Escolar na Grande São Paulo: parâmetros para a qualidade de projeto. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 337 - 342, vol. I.
- ORNSTEIN, Sheila W., BRUNA, Gilda C., CRUZ, Antero de O. Nível de Satisfação dos Usuários de um Edifício de Escritório Convencional em São Paulo: Um Exercício Didático. In: *Textos do Laboratório de Psicologia Ambiental*. Vol. 4, n° 14. Brasília, Instituto de Psicologia/Universidade de Brasília, 1995 p. 71 - 77.
- ORNSTEIN, Sheila W.; BRUNA, Gilda; ROMÉRO, Marcelo. *Ambiente Construído e Comportamento: A Avaliação Pós-Ocupação e a Qualidade Ambiental*. São Paulo, Studio Nobel, FAU-USP, FUPAM, 1995.
- ORNSTEIN, Sheila Walbe. *Edifícios USP-CUASO: Uma Análise Comparativa/Avaliação Pós-Ocupação - APO*. São Paulo, FAU-USP, 1991, (Tese de Livre-Docência), v1-v2-v3.
- ORNSTEIN, Sheila, BRUNA, Gilda C., TASCHNER, Suzana P. Procedimentos e Técnicas Estatísticas Aplicadas à Avaliação Pós-Ocupação. In: *Anais do Workshop Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, ANTAC/NUTAU, 1994, p.77 a 92.
- ORNSTEIN, Sheila; ROMÉRO, Marcelo (colaborador). *Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído*. São Paulo, Editora Livros Studio Nobel Ltda, Editora da USP, 1992.
- PACIUK, Monica, BECKER, Rachel. Effects of Heating Patterns on the Efficiency of Energy Use in Dwellings. In: *Technologies for Energy Efficiency and Environmental Protection Conference*. Cairo, Egito, March 26-30, 1995.
- PACIUK, Monica. An Expanded Model of Thermal Comfort in the Office Environment. In: *Indoor Air'93*. Helsinki, July 4-8, 1993.
- PACIUK, Monica. Personal Control of the Workspace Environment as Affected by Changing Concepts in Office Design. In: *IAPS II*. Ankara, July 1990.

- PERTUSIER, Maria Regina O. *Implantação, Operação e Manutenção de Edifícios de Alta Tecnologia*. Apostila do Curso de Extensão em Planejamento de Edifícios de Alta Tecnologia da Faculdade de Tecnologia de São Paulo. São Paulo, CEETPS, 1993.
- PINTO, ÁLVARO V. *Ciência e existência*. Paz e Terra, São Paulo, 1985.
- PREISER, W., RABINOWITZ, H. and WHITE, E. *Post-Occupancy Evaluation*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988.
- PREISER, Wolfgang F. E. *Building Evaluation*. New York, Plenum Press, 1989.
- PREISER, W. F. E., VISCHER, Jacqueline, WHITE, Edward (Eds.). *Design Intervention: Toward a More Humane Architecture*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1991. P. 301 - 321.
- PROJETO DESIGN. Produtividade depende da organização e planejamento dos espaços de trabalho. In: *Projeto Design*, São Paulo, Arco Editorial, abril/97, p. 98 a 102.
- PROJETO. Automação cresce nos edifícios brasileiros. In: *Projeto*. São Paulo, Projeto Editores Associados Ltda. Abr./ 1995. p. 30 - 34.
- PROJETO. Da Verdade Estrutural à Expressão Formal (o caso Citibank). In: *Projeto*. São Paulo, Projeto Editores Associados Ltda. n. 97 - Mar/1987. p. 63 - 86.
- PROJETO. Os edifícios de escritórios e a cidade. In: *Projeto*. São Paulo, Projeto Editores Associados. Dez./1994. p. 59 - 62.
- RABINOWITZ, Harvey Z. Avaliação Pós-Ocupação. In: *Introdução à Arquitetura* (cap. 16). Rio de Janeiro, Editora Campus, 1984. p. 395 - 410.
- REIS, Antônio T. L., LAY, M. Cristina D. Métodos e Técnicas para Levantamento de Campo e Análise de Dados: Questões Gerais. In: *Anais do Workshop Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, ANTAC/NUTAU/USP, 1994, p. 29 a 49
- RHEINGANTZ, Paulo Afonso. *Centro Empresarial Internacional Rio: Análise Pós-Ocupação, por Observação Participante, das Condições Internas de Conforto*. Rio de Janeiro, FAU-UFRJ, 1995. (Dissertação de Mestrado).

- ROBINS, Claude L. *Daylighting: Design and Analysis*. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- ROCHA, Silvério. Iluminação: Luz em Tempo Real. In: *Téchne*. São Paulo, Ed. Pini. n. 16, mai/jun/1995. p. 35 - 40.
- ROCHA, Silvério. Luzes na Marginal Pinheiros - Engenharia e Arquitetura brilham no Centro Administrativo Philips. In: *Construção*. São Paulo, Editora Pini, n. 2192 /fev/1990 (separata).
- ROMÉRO, Marcelo de Andrade. Consumo de Energia Embutido nos Materiais e na Produção de Edifícios. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 667 -672, vol. II.
- ROMÉRO, Marcelo de Andrade. *Método de Avaliação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Campi Universitários: O Caso da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira*. São Paulo, FAU-USP, 1994. (Tese de doutorado).
- ROMÉRO, Marcelo de Andrade. *O Edifício da EPUSP - CIVIL : Um Exercício da Metodologia da Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, FAU-USP, 1990, (Dissertação de Mestrado), (v1-v2).
- ROMÉRO, Marcelo et al. A Contribuição da Avaliação Pós-Ocupação (APO) para a Qualidade do Projeto: Estudo de Caso de Um Edifício de Escritórios. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 269 - 274, vol. I.
- ROSSO, Silvana. Iluminação Natural: Toda a Luz de sol a sol. In: *Téchne*. São Paulo, Ed. Pini. n. 15, mar/abr/1995. p. 39 - 43.
- ROSSO, Teodoro. *Incêndios e Arquitetura*. São Paulo, s.ed., 1975. (Monografia).
- RUFATO, Adilson Sincotto. Supervision of High-Technology Buildings. In: *Proceedings of 67th Regional Conference - High Technology Buildings*. São Paulo, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1995. p. 201 - 207.

- SANTIN, Eder. Domótica: Lar, autolar. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini. n. 9, mar/abr. - 1994, p. 14 - 17.
- SANTIN, Eder. Habitação Popular: Tijolo por Tijolo, num Desenho Mágico. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini, n. 23, jul/ago/1996. p. 18 - 24.
- SCARAZZATO, Paulo Sérgio. *O Conceito de Dia Típico de Projeto Aplicado à Iluminação Natural - dados referenciais para localidades brasileiras*. São Paulo, FAU-USP, 1995. (Tese de Doutorado).
- SCHILLER, Gail, et. al. A Study of Occupant Responses to the Thermal Environments in Office Buildings. In: *Proceedings of the International Symposium on Advanced Comfort Systems for the Work-Environment*. New York, Walter M. Kroner - Editor, 1988, p. 269 - 276.
- SCHMIDT, Felipe. No Futuro, a Integração com o Meio Ambiente. Comunicação Técnica - 153 - IPT - In: *Elettricidade Moderna*, setembro de 1982. São Paulo, 1984, s.p.
- SCHOLTEN, Anno. MIRANDA, Emílio R. Building Management Systems of the Future. In: *Proceedings of 67th Regional Conference - High Technology Buildings*. São Paulo, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1995. p. 55 - 60.
- SEITO, Alexandre Itiu. Altas Tecnologias na Segurança contra Incêndio. In: Caderno de Artigos sobre Segurança Contra Incêndio. In: *Seminário Internacional NUTAU'96 - Tecnologia, Arquitetura, Urbanismo*. São Paulo, NUTAU/USP, FAUUSP, 1996, s.p.
- SEITO, Alexandre Itiu. Sistema Institucional de Segurança Contra Incêndio. Caderno de Artigos sobre Segurança Contra Incêndio. In: *Seminário Internacional NUTAU'96 - Tecnologia, Arquitetura, Urbanismo* São Paulo, NUTAU/USP, FAUUSP, 1996, s.p.
- SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL DO FUTURO. São Paulo, CEGELEC/CBB, s.d. (Apostilas avulsas).
- SOUSA, Marcos de. A Luz do Projeto. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini. n. 12, set/out - 1994, p. 12 - 14.
- SOUSA, Marcos de. Automação Predial: Inteligente é Você. *Téchne*. São Paulo, Ed. Pini, n. 18, set/out/1995. p. 38 a 41.

- SOUSA, Marcos de. Energia: Não jogue fora, conserve. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini. n. 12, set/out - 1994, p. 15 - 20.
- SOUZA, João Carlos. A Importância do Projeto Arquitetônico na Prevenção Contra Incêndios. Caderno de Artigos sobre Segurança Contra Incêndio. In: *Seminário Internacional NUTAU'96 - Tecnologia, Arquitetura, Urbanismo*. São Paulo, NUTAU/USP, FAUUSP, 1996, s.p.
- SOUZA, Roberta V. G. et al. Implementação do Método de Projeções Estereográficas para Cálculo de Iluminação Natural com Céu Claro. In: *Anais do ENTAC 95*. Rio de Janeiro, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 599 a 604, vol II.
- STITT, FRED A. Intelligent Buildings, today and in the future. In: *High Technology workplaces*. London, Van Nostrand Reinhold International Co. 1989. p. 283 - 295.
- TÉCHNE. Arqueólogo dos Erros. In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini, n. 20, jan/fev - 1996, p. 10 - 12.
- TÉCHNE. Cada Erro Tem Seu Preço. (Tradução de "Sources of quality failures in building", publicado em "Management Quality an Economics in Building", de Hammarlund, Y. & Josephson, P. E.). In: *Téchne*. São Paulo, Editora Pini, n. 1, nov/dez - 92. p. 32 - 34.
- TRANSUE, Ralph E. Fire Management in Intelligent Buildings. In: *Fire Journal*, s.e., March/April 1990, p. 74 a 76
- TRONCONI, Oliviero (editor). *L'Edificio Intelligente - L'innovazione informatica, telematica e dei sistemi di automazione per il settore delle costruzioni*. Milano - Italia, Etaslibri, 1990.
- WILSON, Alan. ISHAI, Edna. Evaluation of Flexibility in the Interior Design of Offices. In: *3rd International Symposium: Applications of the Performance Concept in Building*. Tel-Aviv (Israel), December 9-12, 1996, vol. 1, p. 157-166.
- ZEVI, Bruno. *Saber Ver a Arquitetura*. Lisboa - Portugal, Arcádia, 1966.

Foi consultado também o resumo do conteúdo da disciplina AUT - 803 - “Medidas Físicas e Psico-Sócio-Econômicas em Arquitetura” elaborado pelas professoras Dr^a Anésia Barros Frota e Dr^a Márcia P. Alucci, ambas professoras da FAU-USP - curso de pós-graduação - 2º sem/95.

CAPÍTULO 11

ANEXO:

**TABELA DE DADOS REFERENTES AOS QUESTIONÁRIOS
TABELAS DE MEDIDAS DE ILUMINAÇÃO E TEMPERATURA**

Tab. 6.2 - TABELA DOS DADOS COLETADOS ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIOS
REFERENTE AOS GRÁFICOS DAS QUESTÕES.

EDIFÍCIO "A"

I - CARACTERÍSTICAS DO ENTREVISTADO

1.1. Sexo

Feminino	Masculino	Inverno
45	54	7

1.2. Tipo de vestimenta

Meia Estação	Verão
8	84

1.3. Idade

até 20	20-30	31-40	41-50	+50	até 20	20-30	31-40	41-50	+50
3	51	30	7	0	0	32	43	36	5

1.4. Tempo de trabalho neste edifício (anos):

-1	+1	+2
39	48	12

1.5. Atividade física que você exerce no trabalho:

Leve	Média	Pesada
70	26	3

II - O EDIFÍCIO

2.1. Você já observou algum problema no edifício?

sim	não
54	45

EDIFÍCIO "B".

Feminino	Masculino
42	74

Inverno	Meia Estação	Verão
1	82	33

+1	+2	+3
19	16	81

Leve	Média	Pesada
88	27	1

sim	não
68	48

2.1.1. Se observou problemas no edifício, quais?

Vazamento de água	4
Ar-condicionado	15
Rachaduras	5
Elevador/luz	7
Estacionamento	2
Ventilação/vent. dos banheiros	3
Refeitório	2
Lay out apertado	5
Sanitários pequenos	2
Outros	5
Respostas múltiplas	4

Condicionamento artificial	25
Falta de ventilação	7
Grandes distâncias	10
Dimensões dos sanitários	6
Elevadores	7
Janelas fechadas	7
Manut/Odores/Infiltr.caixilho	6
Piso escorregadio	3
Acessos	4
Vários	11

2.2. Como você considera a manutenção (edifício, instalações, mobiliário)?

péssima	precária	boa	ótima
1	2	68	28

péssima	precária	boa	ótima
1	5	63	41

2.3. No seu conceito, você considera o edifício automatizado?

sim	não	não sei
83	16	0

sim	não	não sei
73	33	10

2.4. Como você considera o desempenho do sistema de automação do edifício?

ótimo	bom	precário	péssimo	n.s.a.
14	64	7	1	13

2.5. Conhece as rotas de saída disponíveis até o térreo em caso de emergência?

sim	não
92	7

sim	não
111	5

2.6. Na sua opinião existe no edifício alguma área de risco de ocorrência de incêndio?

sim	não
19	97

2.7. Qual a área, em sua opinião, de maior possibilidade de ocorrer incêndio?

Lixo	2
Almoxarifado	7
Concent. de equipamentos	12
Cozinha/xerox	5
Arquivo	10
Sub-solo	2
Qualquer lugar	11
Nenhum lugar	4
Outros	8
N.S.A.	38

cozinha	5
restaurante	2
xerox	1
áreas técnicas/eletr.	2
baterias de gás	1
prédio todo	3
área de entrevista	1
docas	1

2.8. Por que é nesta área que existe maior probabilidade de incêndio?

Papel	21
Material elétrico	7
Carpete/tecido	2
Cigarro	6
Cozinha/copa	3
Equipamentos	5
Papel + equipamentos	4
Outros	4
N.S.A.	47

gás	2
papéis	1
mobiliário	1
carpete	2
alta tensão	1
materiais	1
fogões	1

2.9. Você sabe como proceder numa situação de alarme de incêndio? do edifício?

sim	não
82	17

sim	não
42	74

2.10. Existe treinamento/conscientização sobre:

2.10.1. Segurança contra roubo no interior do edifício?

sim	não
34	65

2.10.2. Conservação de energia?

sim	não
24	75

sim	não
30	86

2.10.3. Segurança contra incêndio?

sim	não
74	25

sim	não
114	2

III. CONFORTO AMBIENTAL

Como você se sente quanto à:

3.1. Nível de iluminação de sua mesa:

péssimo	precário	bom	ótimo
1	1	56	41

péssimo	precário	bom	ótimo
0	8	73	34

3.1.1. Em caso de péssimo ou precário, por que?

claro	escuro	n.s.a.
0	2	97

claro	escuro
4	3

3.2. Como você está sentindo a temperatura da sala neste momento?

péssimo	precário	bom	ótimo	n.s.a.	péssimo	precário	bom	ótimo
9	13	57	19	1	2	12	81	21

3.2.1. Em caso de precário ou péssimo porquê?

quente	frio	n.s.a.
10	11	1

quente	frio
8	4

3.3. Você sente diferença de temperatura quando circula por diferentes áreas do pavimento?

não	sim
24	88

3.4. Localização e características das escadas e elevadores.

insatisfeito	pouco satisfeito	satisfeito	muito satisfeito	n.s.a.	insatisfeito	pouco satisfeito	satisfeito	muito satisfeito
1	7	72	15	1	2	8	81	25

3.5. Localização do local de trabalho em relação às aberturas para o exterior.

3.5. Você costuma observar o exterior pela janela?

insatisfeito	pouco satisfeito	satisfeito	muito satisfeito	n.s.a.	não	sim
13	15	50	18	3	32	84

Tab.7.4 -EDIF. "A" - MEDIDAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL - data: 03/03/96									
Medidas Internas - Eg (lux)									
pontos *obs.	CASO 1			CASO 2			CASO 3		
1	4450	1990	3294	3422	1945	1908	3349	642	881
2	1422	634	753	1239	580	718	914	122	244
3	798	327	597	587	233	394	534	65	137
4	436	175	376	344	119	206	314	32	78
5	256	105	199	266	78	110	226	21	49
6	201	57	111	33	12	18	168	16	30
7	168	44	73	33	12	15	23	9	18
horário	11h38 min	12h43 min	15h0mi n	11h43 min	12h48 min	15h05 min	11h48 min	12h53 min	15h10 min

Obs.: Os pontos foram medidos a partir da janela para o centro do pavimento (Eg), com intervalos de 62,5 cm.

Tab. 7.5 - EDIF. "A" - MEDIDAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL - data: 03/03/96									
Medidas Externas - Eh (lux) x 100									
PONTOS *obs.	CASO 1			CASO 2			CASO 3		
1	515	323	413	444	344	347	517	273	268
2	521	325	404	443	336	340	571	271	265
3	533	326	390	443	331	334	585	267	264
4	557	331	385	442	328	330	597	264	263
5	554	337	377	441	324	330	583	260	262
6	550	342	372	445	323	320	553	258	261
7	548	347	368	446	319	315	-	257	261
horário	11h38 min	12h43 min	15h0mi n	11h43 min	12h48 min	15h05 min	11h48 min	12h53 min	15h10 min

***Obs.:** As medidas externas (Eh) foram realizadas em um ponto fixo na laje de cobertura.

Tab. 7.6 - edifício "A" - FLD calculado a partir das medidas (Eg/Eh - %) das tabelas anteriores.							
PONTOS	CASO 1		CASO 2		CASO 3		
1	6.16	7.98	5.65	5.50	2.35	3.29	
2	1.95	2.32	1.72	2.11	0.45	0.92	
3	1.00	1.53	0.70	1.18	0.24	0.52	
4	0.53	0.98	0.36	0.62	0.12	0.30	
5	0.31	0.53	0.24	0.33	0.08	0.19	
6	0.17	0.30	0.04	0.06	0.06	0.11	
7	0.13	0.20	0.04	0.05	0.04	0.07	

Tab. 7.7 - EDIFÍCIO "B" - MEDIDAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL - Data: 16-03-96																		
Medidas Internas - Eg - (lux)																		
pontos	CASO 1			CASO 2						CASO 3			CASO 4					
				L1	L2	L1	L2	L1	L2				L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	1502	1128	491	3385	2339	1219	1520	313	496	1183	1847	435	965	1147	1711	1547	928	458
2	1174	1183	480	2548	1820	1438	1310	373	425	1028	1483	305	928	910	1401	1274	783	339
3	1101	1119	473	2002	1720	1165	1238	380	413	822	1092	228	644	779	983	1019	595	288
4	910	983	369	1138	1447	902	1065	322	356	560	762	166	457	600	683	871	394	244
5	719	729	244	837	1110	718	863	253	285	581	731	175	377	502	595	666	337	182
6	433	572	170	705	861	475	666	177	220	556	677	183	325	411	525	575	341	159
7	270	328	109	528	743	359	498	134	177	441	566	156	359	289	483	380	278	129
8	291	268	96	426	400	286	300	116	100	392	555	150	205	219	309	278	147	113
9				333	63	248	86	106	84	317	491	126	26	197	211	233	104	101
10				225	100	166	97	86	37	273	438	113	32	152	54	189	18	83
11				188	105	144	101	69	26	190	387	79	29	100	55	125	15	52
12				167	110	116	107	60	30	167	300	72	33	79	60	102	16	41
13				156	100	115	108	62	27	138	253	57	33	71	63	85	17	33
14				118	99	92	100	50	28	119	234	35	50	59	65	60	31	34
15				140	115	141	91	49	35	147	205	44	23	58	47	60	32	24
horário	11h20 min	13h20 min	15h30 min	11h30 min	11h40 min	13h30 min	13h40 min	15h40 min	15h50 min	11h50 min	13h50 min	16h00 min	12h00 min	12h10 min	14h00 min	14h10 min	16h10 min	16h20 min

Obs.: os pontos foram medidos a partir da janela para o centro com espaçamento da ordem de 62.5 cm.

Tab. 7.8 - EDIFÍCIO "B" - MEDIDAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL - Data: 16-03-96																		
Medidas Externas -Eh - (lux) x 100																		
pontos	CASO 1			CASO 2						CASO 3			CASO 4					
				L1	L2	L1	L2	L1	L2				L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	1226	858	635	1241	1128	1235	759	657	689	795	1278	686	952	1143	1262	1274	633	624
2	1194	1268	636	1259	1196	1198	757	664	686	843	1270	682	826	1317	1263	1267	634	623
3	1217	1327	637	1264	1204	1317	756	667	683	1142	1268	678	840	1301	1264	1269	635	622
4	1213	1322	637	1269	1213	1324	755	671	678	954	1270	673	961	1289	1265	1264	636	621
5	795	1333	639	1269	1207	1303	757	674	675	843	1254	668	1123	1239	1267	1270	637	619
6	732	1336	641	1261	1207	1310	761	679	672	910	1254	664	779	1295	1274	1270	637	618
7	745	1350	643	1263	1213	1306	770	706	669	789	1253	649	794	1047	1276	1263	637	618
8	1222	934	646	1255	1211	1312	831	690	665	761	1252	649	837	1080	1281	1244	636	617
9				1260	1218	785	1146	691	658	749	1255	648	866	827	1280	943	635	615
10				1255	1218	772	964	695	655	741	1256	645	1225	1017	1281	775	634	613
11				1261	1232	805	1279	701	654	729	1256	643	772	903	1275	756	633	611
12				1232	1241	820	1237	710	653	723	1254	643	768	772	1271	757	632	604
13				1245	1174	813	808	738	654	718	1252	637	769	769	1278	757	631	602
14				1231	921	805	847	695	658	715	1251	637	774	766	1278	754	629	600
15				1137	1226	792	1285	693	663	713	1251	637	792	758	1279	751	628	598
horário	11h20 min	13h20 min	15h30 min	11h30 min	11h40 min	13h30 min	13h40 min	15h40 min	15h50 min	11h50 min	13h50 min	16h00 min	12h00 min	12h10 min	14h00 min	14h10 min	16h10 min	16h20 min

Obs.: Os valores constantes das tabelas acima foram obtidos, em sua maioria, em condições de céu claro. Nesta tabela, as designações **L1** e **L2** servem apenas para uma correspondência dos pontos, já que as medidas externas foram feitas em um local fixo na laje de cobertura

Tab7.9 - EDIFÍCIO "B" - FLD calculados a partir das medidas - (Eg/Eh) %

pontos	caso 1			caso 2						caso 3			caso 4					
				L1	L2	L1	L2	L1	L2				L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	1,23	1,32	0,77	2,73	2,07	0,99	2,00	0,48	0,72	1,49	1,45	0,63	1,01	1,00	1,36	1,21	1,47	0,73
2	0,98	0,93	0,76	2,02	1,52	1,20	1,73	0,56	0,62	1,22	1,17	0,45	1,12	0,69	1,11	1,01	1,24	0,54
3	0,90	0,84	0,74	1,58	1,43	0,88	1,64	0,57	0,60	0,72	0,86	0,34	0,77	0,60	0,78	0,80	0,94	0,46
4	0,75	0,74	0,58	0,90	1,19	0,68	1,41	0,48	0,52	0,59	0,60	0,25	0,48	0,47	0,54	0,69	0,62	0,39
5	0,90	0,55	0,38	0,66	0,92	0,55	1,14	0,38	0,42	0,69	0,58	0,26	0,34	0,41	0,47	0,52	0,53	0,29
6	0,59	0,43	0,27	0,56	0,71	0,36	0,88	0,26	0,33	0,61	0,54	0,28	0,42	0,32	0,41	0,45	0,54	0,26
7	0,36	0,24	0,17	0,42	0,61	0,27	0,65	0,19	0,26	0,56	0,45	0,24	0,45	0,28	0,38	0,30	0,44	0,21
8	0,24	0,29	0,15	0,34	0,33	0,22	0,36	0,17	0,15	0,52	0,44	0,23	0,24	0,20	0,24	0,22	0,23	0,18
9				0,26	0,05	0,32	0,07	0,15	0,13	0,42	0,39	0,20	0,03	0,24	0,16	0,25	0,16	0,16
10				0,18	0,08	0,21	0,10	0,12	0,06	0,37	0,35	0,18	0,03	0,15	0,04	0,24	0,03	0,14
11				0,15	0,09	0,18	0,08	0,10	0,04	0,26	0,31	0,12	0,04	0,11	0,04	0,16	0,02	0,09
12				0,14	0,09	0,14	0,09	0,09	0,05	0,23	0,24	0,11	0,04	0,10	0,05	0,14	0,03	0,07
13				0,13	0,09	0,14	0,13	0,08	0,04	0,19	0,20	0,09	0,04	0,09	0,05	0,11	0,03	0,05
14				0,10	0,11	0,11	0,12	0,07	0,04	0,17	0,19	0,06	0,06	0,08	0,05	0,08	0,05	0,06
15				0,12	0,09	0,18	0,07	0,07	0,05	0,21	0,16	0,07	0,03	0,08	0,04	0,08	0,05	0,04
horário	11h20 min	13h20 min	15h30 min	11h30 min	11h40 min	13h30 min	13h40 min	15h40 min	15h50 min	11h50 min	13h50 min	16h00 min	12h00 min	12h10 min	14h00 min	14h10 min	16h10 min	16h20 min

Tab.7.10 - EDIFÍCIO “A” - TABELA DE ILUMINAÇÃO (ARTIFICIAL+NATURAL)(lux)							
Data: 17/12/1995 Período: 12h às 14h							
setores	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS MEDIDOS						
	centro ○	deslocados do centro □	periferia ♦		canto ■	média de iluminamento do setor I (lux)	
	medida	medida	ponto	medida	medida		
	569	491	1	462	1729	A=	584
	578	587		340	501	B=	1233
SETOR A	593	605	2	1756		C=	653
	757	492		1838		D=	1115
			3	946		M=	5
				865		N=	6
			4	564		I=	700
				774			
	700	520	1	796	451	A=	571
	642	614		1147	193	B=	686
SETOR B	519	510	2	1465		C=	749
	490	569		819		D=	322
			3	220		M=	18
				239		N=	6
			4	433		I=	595
				619			
	ponto	medida	ponto	medida			
	1	2129	8	742			
SETOR C	2	1465	9	714			
	3	637	10	928			
Obs.: neste setor, todos os pontos foram medidos	4	837	11	875		I=	901
	5	937	12	432			
	6	586	13	630			
	7	768	14	928			

Condição: todas as lâmpadas acesas e todas as persianas abertas.

Tab.7.11 - EDIFÍCIO "A" - TABELA DE ILUMINAÇÃO (ARTIFICIAL+NATURAL)(lux)							
Data: 19/12/1995 Período: 12h às 14h							
setor	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS MEDIDOS						
	centro ○	deslocados do centro □	periferia ◆		canto ■	média do setor	
	medida	medida	ponto	medida	medida		
	612	691	1	444	676	A=	613
	655	501		405	424	B=	1699
SETOR A	505	617	2	3431		C=	585
	622	704		2302		D=	550
			3	706		M=	5
				783		N=	6
			4	534		I=	751
				528			
	510	475	1	482	473	A=	526
	575	369		446	195	B=	705
SETOR B	662	557	2	515		C=	485
	501	561		1866		D=	334
			3	211		M=	18
				228		N=	6
			4	419		I=	551
				592			
	ponto	medida	ponto	medida			
	1	440	8	650			
SETOR C	2	605	9	639			
	3	503	10	753			
Obs.: neste setor, todos os pontos foram medidos	4	559	11	701		I=	601
	5	808	12	457			
	6	508	13	398			
	7	662	14	734			

Condição: todas as lâmpadas acesas e algumas persianas abertas - condição de uso.

Tab. 7.12 - EDIFÍCIO "B" - TABELA DE ILUMINAÇÃO (ARTIFICIAL + NATURAL) (lux) - Data: 20/03/1996 - Período: 15h30min às 16h35min																					
		SETORES																			
		1	7	8	10	11	13	2		3		4		5		6		9			
Centro ○		884	903	741	884	998	931	1	637	1	561	1	775	1	741	1	285	1	703		
		912	950	950	827	903	912	2	808	2	637	2	760	2	960	2	713	2	722		
		979	950	893	694	969	846	3	751	3	893	3	637	3	637	3	741	3	1102		
		950	912	855	836	903	827	4	789	4	618	4	893	4	684	4	732	4	1064		
Desloc. Centro □	1	941	931	941	903	861	846	5	694	5	665	5	618	5	694	5	798	5	1691		
		504	808	950	779	1007	960	6	903	I=	675	I=	736	6	817	I=	654	6	808		
		817	979	779	665	931	931	7	855					I=	755					I=	1015
		988	713	789	950	950	950	8	855												
Desloc. Centro □	2	931	931			922		9	998												
		979	950			827		I=	810												
		884	665			855															
		846	931			760															
Periferia ◆	1	950	608	779	722	665	542														
		865	665	941	646	732	627														
	2	741	713	798	665	874	760														
		884	922	618	836	532	808														
	3	789	608	637	893	637	675														
		855	608	665	741	779	713														
	4	570	665	781	665	903	513														
		935	665	760	665	969	409														
Canto ■		855	713	665	494	447	551														
		722	703	798	760	950	827														
média	A=	884	885	862	817	907	900														
	B=	830	727	711	717	817	622														
	C=	817	637	784	741	705	639														
	D=	789	708	732	627	698	689														
	M=	7	6	7	4	4	7														
	N=	8	7	5	7	7	5														
	I=	868	827	823	783	847	817														

Condição: todas as lâmpadas acesas e algumas persianas abertas - condição de uso.

Tab. 7.13 - EDIFÍCIO "B" - TABELA DE ILUMINAÇÃO (ARTIFICIAL + NATURAL) (lux) - Data: 10/08/96 - Período: 15h30min às 17h30min

		SETORES																	
		1	7	8	10	11	13	2		3		4		5		6		9	
Centro ○		568	865	484	922	922	926	1	589	1		1	523	1	564	1	522	1	475
		884	837	442	903	911	838	2	722	2		2	713	2	515	2	789	2	589
		703	928	907	941	941	879	3	883	3		3	580	3	807	3	703	3	523
		912	855	884	714	930	741	4	771	4		4	618	4	594	4	665	4	537
Desloc. Centro □	1	960	941	871	798	941	864	5	960	5		5	637	5	523	5	638	5	851
		931	774	713	866	950	914	6	779	I=		I= 614		6	608	I=	663	6	684
		948	960	884	817	884	941	7	847					I= 602					
		936	846	885	418	803	960	8	818										
Desloc. Centro □	2	608	862			884		9	627										
		698	950			889		I= 777											
		869	753			855													
		770	580			941													
Periferia ◆	1	699	511	760	637	542	703												
		538	589	864	523	513	741												
	2	567	665	665	561	722	694												
		660	570	665	809	605	823												
	3	597	637	523	969	618	475												
		751	523	504	684	846	549												
4	513	610	561	513	578	485													
	546	551	679	456	646	542													
Canto ■		684	855	713	732	361	475												
		698	594	615	475	741	358												
média	A=	815	846	759	797	904	883												
	B=	574	584	566	632	570	636												
	C=	644	580	738	656	698	617												
	D=	691	724	664	603	551	417												
	M=	7	6	7	4	4	7												
	N=	8	7	5	7	7	5												
	I=	766	774	721	742	811	797												

Obs.: Os setores 3 e 12 não foram medidos por impossibilidade de acesso.

Condições: lâmpadas acesas, persianas com aletas a 45°, ausência de usuários, céu encoberto.

Quadro 7.2 -Legenda referente a todas as tabelas de medidas de temperatura e umidade, realizadas nos edifícios “A” e “B”:

H = umidade relativa (%)	T = temperatura (°C)
U = bulbo úmido (°C)	S = bulbo seco (°C)
Max = temperatura máxima (°C)	Min = temperatura mínima (°C)
G = Termômetro de globo	D = Termo-higrômetro digital
M = Termômetro de máximas e mínimas	B = Termômetro de bulbo seco e bulbo úmido.

Tab.7.14 - EDIFÍCIO “A” - TABELA DE MEDIDAS DE TEMPERATURA E UMIDADE.						
DATA: 19/12/1995.						
setor	ponto	horário				
		10h	11h	12h	13h	14h
A	D1	H= 60,9 T= 23,0	H= 59,8 T= 23,0	H= 58,8 T= 22,7	H= 58,3 T= 22,8	H= 58,7 T= 22,5
	D2	H= 60,8 T= 23,0	H=59,6 T= 23,1	H= 58,4 T= 22,8	H= 58,3 T= 22,7	H= 58,8 T= 22,5
	D7	H= 59,7 T= 22,6	H= 58,1 T= 23,2	H= 56,9 T= 23,2	H= 56,3 T= 23,1	H= 59,0 T= 23,0
	D9	H= 62,2 T=23,1	H= 60,7 T= 23,3	H= 59,1 T= 23,1	H= 58,3 T= 22,8	H= 59,7 T= 23,0
	G4	T= 24,5	T= 24,5	T= 24,8	T= 24,9	T= 24,5
	B1	U= 19,5 S= 24,5 H= 61	U= 19,5 S= 24,5 H=61	U= 19,3 S= 24,7 H= 60	U= 19,2 S= 24,7 H= 60	U= 19,0 S= 24,2 H= 60
B	D3	H= 54,5 T= 24,6	H= 53,1 T= 24,7	H= 52,5 T= 25,0	H= 52,3 T= 24,3	H= 54,4 T= 23,7
	G1	T= 24,8	T= 25,0	T= 25,5	T=25,5	T= 25,7
	M	Max= 24,5 Min= 24,5	Max= 25,2 Min= 24,5	Max= 25,1 Min= 24,5	Max= 25,0 Min= 24,5	Max= 25,5 Min= 24,5
	B2	S= 24,0 U= 19,5 H= 65	S= 24,2 U=19,5 H= 65	S= 24,5 U= 19,7 H= 63	S= 24,8 U=19,8 H= 61	S= 24,8 U= 19,5 H= 61
	D4	H= 55,2 T= 24,5	H= 54,1 T= 24,5	H= 53,1 T= 24,7	H= 53,5 T= 24,6	H= 54,5 T= 24,0
	G2	T= 25,2	T= 25,0	T= 25,0	T= 25,0	T= 25,0
C	D6	H= 61,9 T= 23,3	H= 61,7 T= 23,1	H= 60,8 T= 23,4	H= 62,5 T= 22,8	H= 63,8 T= 23,0
	D5	H= 63,0 T= 23,3	H= 63,7 T= 23,0	H= 61,9 T= 23,1	H= 62,9 T= 22,8	H= 65,1 T= 22,8
	G3	T= 23,8	T= 23,9	T= 24,5	T= 24,1	

Obs.: Condições de uso: Ar-condicionado em operação, presença de usuários, luzes acesas, equipamentos de escritórios ligados..

Tab.7.15 - EDIFÍCIO “A” - TABELA DE MEDIDAS DE TEMPERATURA E UMIDADE.							
DATA: 07/03/96.							
setor	ponto	horário					
		11h	12h	13h	14h	15h	16h
A	D1	H= 64,9 T= 24,7	H= 65,2 T= 24,5	H= 64,9 T= 24,6	H= 67,0 T= 24,7	H= 67,5 T= 24,5	H= 67,5 T= 24,3
	D2	H= 65,2 T= 24,6	H= 65,5 T= 24,5	H= 64,5 T= 24,8	H= 65,8 T= 24,6	H= 67,2 T= 24,4	H= 67,8 T= 24,1
	D7	H= 65,0 T= 24,7	H= 65,2 T= 24,7	H= 64,1 T= 25,0	H= 65,4 T= 24,8	H= 66,5 T= 24,7	H= 67,3 T= 24,4
	D9	H= 65,1 T= 24,7	H= 64,9 T= 24,5	H= 69,6 T= 25,0	H= 67,2 T= 24,7	H= 67,1 T= 24,5	H= 67,7 T= 24,3
	G4	T= 26,0	T= 26,2	T= 26,0	T= 25,9	T= 25,9	T= 25,5
	B1	U= 22,0 S= 25,9 H= 76,0	U= 22,0 S= 25,9 H= 76,0	U= 22,0 S= 25,6 H= 75,0	U= 22,0 S= 25,6 H= 75,0	U= 22,0 S= 25,5 H= 75,0	U= 22,0 S= 25,1 H= 76,0
B	D3	H= 64,0 T= 24,8	H= 63,0 T= 25,0	H= 63,2 T= 24,9	H= 62,8 T= 25,0	H= 64,2 T= 24,8	H= 66,0 T= 24,6
	G1	T= 27,0	T= 27,0	T= 27,0	T= 27,2	T= 27,0	T= 26,5
	M	Max= 27,0 Min= 27,0	Max= 27,0 Min= 27,0	Max= 27,2 Min= 27,0	Max= 27,5 Min= 27,0	Max= 27,5 Min= 27,0	Max= 27,5 Min= 27,0
	B2	S=27,0 U= 23,5 H= 64,0	S= 27,0 U= 23,0 H= 66,0	S= 27,0 U= 22,5 H= 66,0	S= 27,2 U= 22,5 H= 66,0	S= 27,0 U= 22,5 H= 66,0	S= 26,5 U= 23,0 H= 69,0
	D4	H= 64,0 T= 24,8	H= 65,0 T= 25,0	H= 63,3 T= 24,8	H= 63,2 T= 24,9	H= 64,3 T= 24,7	H= 67,0 T= 24,7
	G2	T= 27,0	T= 27,0	T= 27,0	T= 27,0	T= 27,0	T= 27,0
C	D6	H= 58,5 T= 26,5	H= 58,4 T= 27,0	H= 60,6 T= 26,4	H= 61,4 T= 26,2	H= 62,5 T= 26,6	H= 63,5 T= 26,1
	D5	H= 61,5 T= 26,4	H= 58,9 T= 26,9	H= 61,1 T= 26,3	H= 61,6 T= 26,2	H= 63,2 T= 26,6	H= 63,7 T= 26,0
	G3	T= 26,0	T= 26,2	T= 25,8	T= 26,1	T= 25,8	T= 25,2
TEMP.	EXT.	T=26,3	T= 26,8	T= 24,4	T= 24,8	T= 23,8	T= 25,5
UMID.	EXT.	H= 62,0	H= 62,7	H= 78,0	H= 75,0	H= 77,4	H= 73,8

Obs.: Condições: Ar-condicionado desligado, luzes apagadas, ausência de pessoas no local.

Tab. 7.16 - EDIFÍCIO “A” - TABELA DE MEDIDAS DE TEMPERATURA E UMIDADE.							
DATA: 07/03/96.							
local	tipo de	horário					
	medida	15h10min	15h45min	17h			
Bh. Fem. 4° pav.	D	H= 55,0 T= 27,0	H= 52,3 T= 25,6	H= 51,4 T= 25,3			
	G	T= 27,2	T= 27,0	T= 27,0			
horário							
S. Maq. Elev.		14h45min	16h15min	17h20min			
	D	H= 33,4 T= 32,0	H= 30,8 T= 34,0	H= 25,5 T= 35,3			
	G	T= 36,2	T= 37,0	T= 37,5			
horário							
S. Chiller		14h50min	15h50min	17h00min			
	D	H=71,0 T= 25,0	H= 72,5 T= 25,4	H= 74,6 T= 25,0			
	G	T= 26,2	T= 26,2	T= 26,0			
horário							
S. Transf.		15h00min	16h10min	17h10min			
	D	H= 67,6 T= 26,8	H= 73,7 T= 25,0	H= 65,3 T= 25,2			
	G	T= 27,2	T= 27,0	T= 27,0			

Obs.: condições de uso.

Tab. 7.17 - EDIFÍCIO “B” - TABELA DE MEDIDAS DE TEMPERATURA E UMIDADE.							
DATA: 13/03/96							
Set.	Pto.	HORÁRIO					
		11h30min	12h20min	13h10min	14h00min	14h50min	15h40min
1	G	T= 24,0	T= 24,0	T= 24,3	T= 24,4	T= 24,7	T= 24,6
	B	S= 23,7 U= 21,8 H= 56,0	S= 23,5 U= 21,8 H= 59,0	S= 24,0 U= 18,3 H= 56,0	S= 24,0 U= 18,5 H= 57,0	S= 24,4 U= 18,5 H= 57,0	S= 24,3 U= 18,4 H= 56,0
	M	Max= 24,0 Min= 24,0	Max= 24,0 Min= 23,5	Max= 24,0 Min= 23,5	Max= 24,3 Min= 23,5	Max= 24,5 Min= 23,5	Max= 24,5 Min= 23,5
	D	H= 51,1 T= 23,0	H= 51,6 T= 23,0	H= 52,0 T= 23,5	H= 50,2 T= 23,5	H= 49,5 T= 23,7	H= 51,1 T= 23,6
2	D	H= 50,6 T= 23,0	H= 51,0 T= 23,0	H= 49,8 T= 23,4	H= 50,1 T= 23,3	H= 49,4 T= 23,6	H= 51,1 T= 23,5
3	D	H= 50,5 T= 23,3	H= 50,5 T= 23,2	H= 51,6 T= 23,3	H= 51,5 T= 23,3	H= 50,3 T= 23,6	H= 51,4 T= 23,4
4	D	H= 50,4 T= 23,3	H= 50,8 T= 23,2	H= 52,0 T= 23,1	H= 50,8 T= 23,1	H= 51,0 T= 23,3	H= 52,4 T= 23,3
5	D	H= 49,1 T= 23,6	H= 49,9 T= 23,5	H= 50,7 T= 22,8	H= 52,0 T= 23,0	H= 50,0 T= 23,3	H= 50,9 T= 23,2
6	D	H= 48,8 T= 23,4	H= 50,0 T= 23,4	H= 50,7 T= 23,0	H= 50,0 T= 23,1	H= 48,9 T= 23,3	H= 51,7 T= 23,3
	G	T= 24,0	T= 23,2	T= 23,9	T= 24,0	T= 24,0	
7	D	H= 49,2 T= 23,7	H= 48,9 T= 23,6	H= 50,1 T= 22,7	H= 50,1 T= 22,9	H= 49,4 T= 23,3	H= 50,5 T= 23,1
8	D	H= 49,0 T= 23,4	H= 49,5 T= 23,0	H= 48,7 T= 23,4	H= 48,5 T= 23,6	H= 48,0 T= 23,7	H= 49,8 T= 24,0
9	D	H= 55,0 T= 22,4	H= 58,0 T= 22,7	H= 55,0 T= 22,4	H= 59,0 T= 22,6	H= 55,2 T= 26,6	H= 55,5 T= 22,6
10	G	T= 24,5	T= 24,0	T= 24,0	T= 24,0	T= 24,1	T= 24,0
	B	S= 22,0 U= 18,0 H= 56,0	S= 24,0 U= 18,0 H= 56,0	S= 24,0 U= 18,0 H= 56,0	S= 24,0 U= 18,0 H= 56,0	S= 24,0 U= 18,0 H= 56,0	S= 24,0 U= 18,0 H= 56,0
	D	H= 56,0 T= 22,5	H= 54,0 T= 23,0	H= 54,0 T= 22,3	H= 57,5 T= 22,8	H= 54,8 T= 22,6	H= 54,7 T= 22,5
11	G	T= 23,1	T= 25,0	T= 25,5	T= 25,0	T= 25,5	T= 25,0
	D (A)	H= 54,0 T= 22,3	H= 60,0 T= 23,9	H= 53,5 T= 22,8	H= 55,0 T= 23,1	H= 53,0 T= 22,8	H= 55,1 T= 22,4
	D (B)	H= 55,0 T= 22,4	H= 57,3 T= 23,3	H= 57,0 T= 22,3	H= 57,0 T= 23,1	H= 53,3 T= 22,7	H= 54,6 T= 22,3
12	D	H= T=	H= T=	H= T=	H= T=	H= T=	H= T=
13	D (A)	H= 55,0 T= 22,3	H= 52,5 T= 23,3	H= 53,5 T= 23,1	H= 53,0 T= 23,4	H= 53,3 T= 22,8	H= T=
	D (B)	H= 54,4 T= 22,5	H= 51,3 T= 23,5	H= 53,0 T= 22,8	H= 53,2 T= 22,8	H= 53,3 T= 22,7	H= T=

Obs.: Condições de uso: Ar-condicionado ligado, presença de usuários, equipamentos de escritório em operação, luzes acesas.
O setor 12 não foi medido por impossibilidade de acesso.

Tab. 7.18 - EDIFÍCIO “B” - TABELA DE MEDIDAS DE TEMPERATURA E UMIDADE. - Data: 23/03/96

Set.	Pto.	HORÁRIO					
		10h50min	11h50min	12h50min	13h50min	14h50min	15h50min
1	G	T= 24,5	T= 25,0	T= 25,3	T= 25,6	T= 25,5	T= 25,0
	B	S= 24,6 U= 20,0 H= 64,0	S= 25,2 U= 20,2 H= 63,0	S= 25,7 U= 20,4 H= 62,0	S= 25,9 U= 20,8 H= 62,0	S= 26,0 U= 20,6 H= 62,0	S= 25,5 U= 20,5 H= 65,0
	M	Max= 24,5 Min= 24,5	Max= 24,6 Min= 24,5	Max= 25,0 Min= 24,5	Max= 25,0 Min= 24,5	Max= 25,2 Min= 24,5	Max= 25,2 Min= 24,5
	D	H= 54,2 T= 25,4	H= 53,8 T= 26,0	H= 53,4 T= 26,5	H= 55,4 T= 25,9	H= 56,5 T= 25,9	H= 58,9 T= 25,3
2	D	H= 57,5 T= 24,8	H= 55,1 T= 25,6	H= 56,3 T= 26,1	H= 56,5 T= 25,7	H= 56,2 T= 25,7	H= 58,3 T= 25,1
3	D	H= 56,4 T= 24,8	H= 56,0 T= 25,5	H= 55,7 T= 26,0	H= 56,3 T= 25,6	H= 58,2 T= 25,7	H= 61,1 T= 25,0
4	D	H= 57,3 T= 24,8	H= 55,6 T= 25,5	H= 55,4 T= 25,8	H= 56,2 T= 25,5	H= 57,1 T= 25,6	H= 60,6 T= 24,9
5	D	H= 55,6 T= 24,7	H= 55,3 T= 25,4	H= 56,8 T= 25,5	H= 57,4 T= 25,4	H= 58,0 T= 25,5	H= 59,8 T= 24,8
6	D	H= 58,0 T= 24,9	H= 56,1 T= 25,4	H= 55,4 T= 25,5	H= 56,0 T= 25,4	H= 57,3 T= 25,5	H= 58,9 T= 24,9
	G	T= 25,2	T= 25,6	T= 26,0	T= 26,0	T= 26,0	T= 25,1
7	D	H= 54,8 T= 25,0	H= 55,4 T= 25,4	H= 56,0 T= 25,4	H= 56,4 T= 25,4	H= 57,5 T= 25,5	H= 58,9 T= 24,9
8	D	H= 54,7 T= 25,2	H= 55,0 T= 25,5	H= 55,7 T= 25,5	H= 56,0 T= 25,4	H= 57,1 T= 25,6	H= 58,9 T= 24,9
9	D	H= 54,6 T= 25,2	H= 51,7 T= 26,5	H= 53,3 T= 26,6	H= 54,4 T= 26,1	H= 56,0 T= 25,8	H= 57,0 T= 25,1
10	G	T= 26,2	T= 26,9	T= 26,5	T= 26,5	T= 26,0	T= 25,9
	B	S= 25,6 U= 20,2 H= 65,0	S= 26,2 U= 21,0 H= 63,0	S= 26,0 U= 21,0 H= 62,0	S= 26,0 U= 21,0 H= 62,0	S= 25,7 U= 20,8 H= 64,0	S= 25,5 U= 20,7 H= 65,0
	D	H= 54,6 T= 25,1	H= 52,5 T= 26,4	H= 53,3 T= 26,5	H= 53,8 T= 26,0	H= 59,0 T= 25,7	H= 61,2 T= 25,2
	M	Max= Min=	Max= 27,0 Min= 25,0	Max= 27,1 Min= 25,0	Max= 27,1 Min= 25,0	Max= 27,2 Min= 25,0	Max= 27,2 Min= 25,0
11	G	T= 27,6	T= 28,6	T= 28,0	T= 28,0	T= 27,2	T= 26,0
	D (A)	H= 52,2 T= 25,7	H= 51,8 T= 26,4	H= 52,3 T= 26,8	H= 63,4 T= 26,2	H= 55,8 T= 26,0	H= 60,2 T= 25,5
	D (B)	H= 54,5 T= 25,6	H= 52,5 T= 26,3	H= 53,1 T= 26,7	H= 54,0 T= 26,0	H= 57,7 T= 25,7	H= 60,7 T= 25,3
12	D	H= T=	H= T=	H= T=	H= T=	H= T=	H= T=
13	D (A)	H= 54,1 T= 25,5	H= 53,4 T= 26,2	H= 54,3 T= 26,6	H= 54,6 T= 26,1	H= 56,6 T= 26,0	H= 57,8 T= 25,4
	D (B)	H= 54,3 T= 25,6	H= 53,1 T= 26,2	H= 54,4 T= 26,7	H= 55,0 T= 26,0	H= 55,5 T= 25,9	H= 57,8 T= 25,4
TMP	EXT.	T= 25,7	T= 27,1	T= 28,0	T= 27,1	T= 25,4	T= 25,0
UM..	EXT.	H= 62,3	H= 57,4	H= 55,0	H= 58,9	H= 68,2	H= 78,7

Obs.: Condições: Ar-condicionado desligado, ausência de pessoas, luzes apagadas.

O setor 12 não foi medido por impossibilidade de acesso.

CAPÍTULO 12

ÍNDICE REMISSIVO

12.1 - FIGURAS

	Págin
	a
Fig. 1.1 Apresentação Esquemática da Pesquisa de Mestrado	5
Fig. 2.1 Pantheon romano	8
Fig. 3.1 Automação e Tecnologia Aplicada ao Edifício	33
Fig. 3.2 Sistema de Controle Distribuído	38
Fig. 3.3 Sistema Digital de Controle Distribuído e Controladores Remotos	41
Fig. 3.4 Sequência de montagem de equipamentos	42
Fig. 3.5 Rede tipo “bus”	66
Fig. 5.1 Exemplo da listagem dos edifícios	82
Fig. 5.2 Mapa de São Paulo - bairro Brooklin Novo	85
Fig. 5.3 Planta do pavimento térreo do Edifício "A"	94
Fig. 5.4 Planta do pavimento tipo do Edifício "A"	94
Fig. 5.5 Pavimento térreo de Edifício "B"	99
Fig. 5.6 Pavimento tipo de Edifício "B"	99
Fig. 7.1 Circuitos de iluminação do Edifício "A"	169
Fig. 7.2 Circuitos de iluminação controlados automaticamente	174
Fig. 7.3 FLD: relação entre a iluminância no plano de trabalho (E_g) e	178

		a iluminação no plano exterior (Eh)	
Fig.	7.5	Planta do pavimento tipo do Edifício "A", com <i>lay-out</i> contendo os casos analisados e linhas indicativas de pontos medidos em destaque	181
Fig.	7.6	Detalhes esquemáticos do caso 1, do Edifício "A"	182
Fig.	7.7	Detalhes esquemáticos do caso 2, do Edifício "A"	182
Fig.	7.8	Detalhes esquemáticos do caso 3, do Edifício "A"	183
Fig.	7.9	Planta do pavimento tipo do Edifício "B", com <i>lay-out</i> contendo os casos analisados e linhas indicativas de pontos medidos em destaque	187
Fig.	7.10	Detalhes esquemáticos do caso 1, do Edifício "B"	188
Fig.	7.11	Detalhes esquemáticos do caso 2, do Edifício "B"	188
Fig.	7.12	Detalhes esquemáticos do caso 3, do Edifício "B"	189
Fig.	7.13	Detalhes esquemáticos do caso 4, do Edifício "B"	189
Fig.	7.14	Distribuição das luminárias no forro e mapeamento dos pontos medidos, no Edifício "A"	192
Fig.	7.15	Distribuição das luminárias no forro e mapeamento dos pontos medidos, no Edifício "B"	195
Fig.	7.16	Corte esquemático da envoltória do Edifício "A"	202
Fig.	7.17	Corte esquemático da envoltória do Edifício "B"	203
Fig.	7.19	Malha de piso do Edifício "A"	206
Fig.	7.20	Canaletas de piso do Edifício "B"	207
Fig.	7.21	Circuito básico do ar	208
Fig.	7.22	Circuito de água fria	208
Fig.	7.23	Circuito frigorífico	209
Fig.	7.24	Esquema de distribuição do ar-condicionado - pav. Tipo - Edifício "A"	218
Fig.	7.25	Esquema de distribuição do ar-condicionado - pav. Tipo - Edifício "B"	219
Fig.	7.26	Tela do gerenciador - fan-coil 2 - Edifício "A"	224
Fig.	7.27	Tela do gerenciador - pav. Térreo - Edifício "A"	224
Fig.	7.28	Planta do 4º pav. do Edifício "A" com lay out e localização	227

	dos pontos de medidas de temperatura e umidade	
Fig. 7.29	Tela do gerenciador referente as sistema de ar-condicionado - 1° pav. - Edifício "A"	236
Fig. 7.30	Planta do 5 ° pav. do Edifício "B" com lay out e pontos de medidas de temperatura e umidade destacados	237
Fig. 8.1	Fases do incêndio	254
Fig. 8.2.A	Formas de transmissão de calor - Convecção	256
Fig. 8.2.B	Formas de transmissão de calor - Condução	256
Fig. 8.2.C	Formas de transmissão de calor - Radiação	256
Fig. 8.2.D	Formas de transmissão de calor - Convecção e radiação	256
Fig. 8.2.E	Formas de transmissão de calor - Efeito Chaminé	256
Fig. 8.3	Tempo entre a detecção e intervenção para um sistema de segurança contra intrusão	283
Fig. 8.4	Barreira de infravermelho	284
Fig. 8.5	Esquema do Sistema de Controle de Acessos - Edifício "A"	303
Fig. 8.6	Disposições de elevadores	311
Fig. 8.7	Disposições de elevadores	311
Fig. 8.8	Disposições de elevadores	312
Fig. 8.9	Dimensionamento de portas de elevadores	312
Fig. 8.10	Disposição dos elevadores (4° pav.) - edifício "A"	321
Fig. 8.11	Disposição dos elevadores - edifício "B"	323
Fig. 8.12	Corte esquemático - zonas de atendimento dos elevadores - Edifício "B"	323
Fig. 9.1	Esquematização de itens necessários à composição de um edifício de escritório de alta tecnologia	335
Fig. 9.2	Controlador individual de temperatura e renovação do ar	338
Fig. 9.3	Cell body - sistema adotado no Umeda Center Building - Japão - com gerenciamento individual	339

Nota: Não existem figuras de números 7.4 e 7.18.

12.2 - FOTOS

Foto	2.1	Larkin Building	11
Foto	2.2	Johnson Wax Building	11
Foto	2.3	Seagram Building	13
Foto	2.4	I. I. T	13
Foto	2.5	Chicago Tribune	14
Foto	2.6	Toshiba Headquarter	16
Foto	2.7	ARK Mori Hills Complex	16
Foto	2.8	Edifício Ministério da Educação	17
Foto	2.9	Cassino da Pampulha	18
Foto	2.10	Igreja da Pampulha	19
Foto	2.11	Congresso Nacional	19
Foto	2.12	Supremo Tribunal Federal	20
Foto	2.13	Edifício Conde Matarazzo	20
Foto	2.14	Conjunto Nacional	21
Foto	2.15	Banco Safra	22
Foto	2.16	Caixa Econômica Federal	22
Foto	2.17	Edifício Bandeirantes	25
Foto	2.18	Chase Manhattan	25
Foto	2.19	Edifício Birmann 20	25
Foto	2.20	Edifício Birmann 21	25
Foto	3.1	Exemplo de Unidade Terminal Remota (UTR) - Edifício “A”	43
Foto	5.1	Amostra de edifícios	87
Foto	5.2	Amostra de edifícios	87
Foto	5.3	Amostra de edifícios	87
Foto	5.4	Amostra de edifícios	87
Foto	5.5	Amostra de edifícios	88
Foto	5.6	Amostra de edifícios	88
Foto	5.7	Amostra de edifícios	88
Foto	5.8	Amostra de edifícios	88
Foto	5.9	Vista do Edifício “A”	94

Foto	5.10	Vista do Edifício "B"	99
Foto	6.1	Sala do supervisor do sistema predial - 3º pav. - Edifício "A"	110
Foto	6.2	Ambientes de escritórios no 3º pavimento - Edifício "A"	111
Foto	6.3	Sala de refeições da diretoria - 5º pav. - Edifício "A"	111
Foto	6.4	Sala de diretoria - 5º pavimento - Edifício "A"	112
Foto	6.5	Ambiente de escritórios - 3º pavimento - Edifício "A"	112
Foto	6.6	Sala de reuniões - 5º pavimento - Edifício "A"	113
Foto	6.7	Transporte de materiais e documentos - Edifício "A"	113
Foto	6.8	Estacionamento externo (visitantes) - Edifício "A"	114
Foto	6.9	Estacionamento no subsolo - Edifício "A"	114
Foto	6.10	Escritório - 3º pav. - Edifício "A"	115
Foto	6.11	Est. / Trabalho - Edifício "A"	115
Foto	6.12	Cobertura - Edifício "A"	115
Foto	6.13	Entrada lateral - Edifício "A"	115
Foto	6.14	Ambientes de escritório - 11º pavimento - Edifício "B"	116
Foto	6.15	Escritório de diretoria - 18º pav. - Edifício "B"	116
Foto	6.16	Heliponto - Edifício "B"	117
Foto	6.17	Cobertura (manutenção) - Edifício "B"	117
Foto	6.18	Estacionamento do subsolo - Edifício "B"	118
Foto	6.19	Estacionamento externo (visitantes) - Edifício "B"	118
Foto	6.20	Sala de engenharia - 10º pavimento - Edifício "B"	119
Foto	6.21	Sala de supervisão - subsolo - Edifício "B"	119
Foto	6.22	Transporte de documentos - Edifício "B"	120
Foto	6.23	Copa - Edifício "B"	120
Foto	6.24	Sala do pessoal de manutenção - 19º pav. - Edifício "B"	120
Foto	7.1	Detalhes do Sistema Trios	173
Foto	7.2	Detalhe de forro nos escritórios - Edifício "B"	204
Foto	7.3	Banco de gelo	210
Foto	7.4	Sala do fan-coil - detalhe dos filtros de ar - Edifício "B"	212
Foto	7.5	Fan- coil - detalhe do ventilador e aberturas para entrada de ar externo - Edifício "B"	212
Foto	7.6	Duto de retorno do ar-condicionado - Edifício "B"	213

Foto	7.7	Painéis de controle do ventilador / fan- coil - Edifício "B"	213
Foto	7.8	Central de água gelada - Edifício "B"	214
Foto	7.9	Painéis de controle dos chillers - Edifício "B"	214
Foto	7.10	Torres de resfriamento - cobertura - Edifício "A"	215
Foto	7.11	Torres de resfriamento - cobertura - Edifício "B"	215
Foto	7.12	Painel de controle das bombas / torres de resfriamento - edifício "B"	216
Foto	7.13	Detalhe do piso do CPD - Edifício "B"	217
Foto	8.1	Bombas do sistema de combate a incêndios - Edifício "A"	272
Foto	8.2	Sala de recepção da diretoria - extintores - Edifício "A"	273
Foto	8.3	Manutenção das instalações - Edifício "A"	274
Foto	8.4	Shaft de instalações elétricas - Edifício "A"	275
Foto	8.5	Detalhes de detector de fumaça e sprinkler - Edifício "A"	275
Foto	8.6	Sistema de combate a incêndios (CO2) no CPD - Edifício "A"	278
Foto	8.7	Bateria de botijões de CO2 - Edifício "A"	278
Foto	8.8	Combate a incêndios com CO2 - Fitoteca - Edifício "B"	279
Foto	8.9	Painel Sinóptico - Edifício "B"	280
Foto	8.10	Sinalização das rotas de fuga - Edifício "B"	281
Foto	8.11	Porta corta-fogo de escada de emergência - Edifício "B"	281
Foto	8.12	Escada de emergência - Edifício "A"	282
Foto	8.13	Escada de emergência - Edifício "B"	282
Foto	8.14	Controle de acesso ao CPD - edifício "B"	298
Foto	8.15	CPD - Edifício "B"	298
Foto	8.16	Vigilância - Edifício "B"	300
Foto	8.17	Vigilância - Edifício "A"	300
Foto	8.18	Controle de acesso (catracas) - Edifício "A"	302
Foto	8.19	Controle de acesso - recepção - Edifício "B"	304
Foto	8.20	Controle de acesso - subsolo - Edifício "A"	304
Foto	8.21	Controle de acesso - guarita / Berrini - Edifício "B"	305
Foto	8.22	Controle de acesso - guarita / Nações Unidas - Edifício "B"	305
Foto	8.23	Sala de controle da segurança - Edifício "A"	306

Foto	8.24	Sala de controle da segurança - Edifício "B"	307
Foto	8.25	Cartão de identificação (crachá) - Edifício "A"	308
Foto	8.26	Edifício Landmark Tower	318
Foto	8.27	Sistema de máquinas os elevadores - cobertura- Edifício "A"	321
Foto	8.28	Sala de máquinas dos elevadores - 19 ° pav. - Edifício "B"	324
Foto	8.29	Cabine de força / transformadores - Edifício "A"	329
Foto	8.30	Cabine de força / no break - Edifício "A"	329
Foto	8.31	Sala de transformadores - 19 ° pav. - Edifício "B"	331
Foto	8.32	Sala de geradores - subsolo - Edifício "B"	332
Foto	8.33	Sala de baterias - subsolo - Edifício "B"	332

12.3 - GRÁFICOS

Gráfico	6.3	Gráficos referentes às tabulações dos questionários - edifícios "A" e "B"	130
Gráfico	7.1	Eficiência luminosa típica da região de São Paulo (céu encoberto)	179
Gráfico	7.2	Eficiência luminosa típica da região de São Paulo (céu claro)	179
Gráfico	7.3	Edifício "A" - variação de temperatura de bulbo seco (medidas instantâneas) (D) - ambientes climatizados artificialmente	228
Gráfico	7.4	Edifício "A" - variação da umidade relativa do ar (medidas instantâneas) (D) - ambientes climatizados artificialmente	228
Gráfico	7.5	Edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes (G) e bulbo seco médias (D) no setor A - ambientes climatizados artificialmente	229
Gráfico	7.6	Edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes (G) e bulbo seco médias (D) no setor B - ambientes climatizados artificialmente	229
Gráfico	7.7	Edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes	230

		(G) e bulbo seco médias (D) no setor C - ambientes climatizados artificialmente	
Gráfico	7.8	Edifício "A" - Variação de temperaturas de bulbo seco médias (D) medidas instantâneas - ambientes naturais	230
Gráfico	7.9	Edifício "A" - Variação da umidade relativa nos ambientes naturais	231
Gráfico	7.10	Edifício "A" - Comparação das temperaturas radiantes (G), bulbo seco médias (D) e temperaturas externas - setor A - ambientes naturais	231
Gráfico	7.11	Edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes médias (G), bulbo seco médias (D) e externas - setor B - ambientes naturais	232
Gráfico	7.12	Edifício "A" - Comparação entre as temperaturas radiantes (G) bulbo seco médias (D) e externas - setor C - ambientes naturais	232
Gráfico	7.13	Edifício "B" - Variação de temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas - ambiente climatizado artificialmente	238
Gráfico	7.14	Edifício "B" - Variação umidade relativa do ar - ambiente climatizado artificialmente	238
Gráfico	7.15	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas -e radiantes (G) - quadrante Nordeste - ambiente climatizado artificialmente	239
Gráfico	7.16	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas -e radiantes (G) - quadrante Noroeste - ambiente climatizado artificialmente	239
Gráfico	7.17	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas -e radiantes (G) - quadrante Sudeste - ambiente climatizado artificialmente	240
Gráfico	7.18	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco médias (D) - medidas instantâneas -e radiantes (G) - quadrante Sudoeste - ambiente climatizado artificialmente	240
Gráfico	7.19	Edifício "B" - Variação de temperaturas de bulbo seco (D) -	241

		ambiente natural	
Gráfico	7.20	Edifício "B" - Variação/ umidade relativa - ambiente natural	241
Gráfico	7.21	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - radiante (G) e temperaturas externas - quadrante Nordeste - ambiente natural	242
Gráfico	7.22	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas -, radiante (G) e temperaturas externas - quadrante Noroeste - ambiente natural	242
Gráfico	7.23	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas -, radiante (G) e temperaturas externas - quadrante Sudeste - ambiente natural	243
Gráfico	7.24	Edifício "B" - Comparação entre temperaturas de bulbo seco (D) - medidas instantâneas -, radiante (G) e temperaturas externas - quadrante Sudoeste - ambiente natural	243

12.4 - QUADROS

Quadro	6.1	Requisitos de desempenho definidos pela International Standards Organization - ISO 1980	104
Quadro	6.2	Critérios de Desempenho Total de Edifícios	105
Quadro	7.1	Critério para escolha do nível de iluminância recomendado pela NBR 5413	177
Quadro	7.2	Legenda referente a todas as tabelas de medidas de temperatura e umidade, realizadas nos edifícios "A" e "B"	371

12.5 - TABELAS

Tabela	5.1	Tabela de uso consultada para seleção dos edifícios	84
Tabela	6.1	Distribuição de pessoas por pavimento no Edifício "B"	123
Tabela	6.2	Tabela dos dados coletados através de questionários	359

Tabela	7.1	Pesos que devem ser associados ao ambiente (e seus usuários), na escolha do nível de iluminância adequado	177
Tabela	7.2	Tabela de frequência de ocorrência de iluminância externa em plano horizontal desobstruído, na cidade de São Paulo (céu encoberto)	178
Tabela	7.3	Tabela de frequência de ocorrência de iluminância externa em plano horizontal desobstruído, na cidade de São Paulo (céu claro)	178
Tabela	7.4	Edif. "A"- Medidas de Iluminação Natural (internas)	363
Tabela	7.5	Edifício "A" - medidas de iluminação natural (externas)	363
Tabela	7.6	Edifício "A" - FLD calculado a partir das medidas (Eg/Eh %)	363
Tabela	7.7	Edifício "B" - medidas de iluminação natural (internas)	364
Tabela	7.8	Edifício "B" - medidas de iluminação natural (externas)	365
Tabela	7.9	Edifício "B" - FLD calculado a partir das medidas (Eg/Eh)%	366
Tabela	7.10	Edifício "A" - Tabela de iluminação (artificial + natural)	367
Tabela	7.11	Edifício "A" - Tabela de iluminação (artificial + natural)	368
Tabela	7.12	Edifício "B" - Tabela de iluminação (artificial + natural)	369
Tabela	7.13	Edifício "B" - Tabela de iluminação (artificial + natural)	370
Tabela	7.14	Edifício "A" - Tabela de medidas de temperatura e umidade	371
Tabela	7.15	Edifício "A" - Tabela de medidas de temperatura e umidade	372
Tabela	7.16	Edifício "A" - Tabela de medidas de temperatura e umidade	373
Tabela	7.17	Edifício "B" - Tabela de medidas de temperatura e umidade	374
Tabela	7.18	Edifício "B" - Tabela de medidas de temperatura e umidade	375