



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica

CARACTERIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS INTELIGENTES: um caso exemplo

Ivo Henrique de Pádua

Belo Horizonte
2006

Ivo Henrique de Pádua

**CARACTERIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS INTELIGENTES:
um caso exemplo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. José Celso Borges de Andrade

**Belo Horizonte
2006**

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pela Biblioteca da
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P125c Pádua, Ivo Henrique de.
Caracterização de edifícios inteligentes: um caso exemplo / Ivo Henrique de Pádua. – Belo Horizonte, 2006.
110f.: il.

Orientador: José Celso Borges de Andrade
Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
Bibliografia.

1. Edifícios inteligentes. 2. Arquitetura e conservação de energia. 3. Edifícios - Automação. 4. Edifícios - Administração. I. Andrade, José Celso Borges de. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

CDU: 696/697

Ivo Henrique de Pádua

CARACTERIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS INTELIGENTES: um caso exemplo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. José Celso Borges de Andrade

Prof. Dr. Paulo Fernando Monteiro Palmeira, UFMG

Prof. Dr. Luiz Danilo Barbosa Terra, PUC-MG

Prof. Dr. José Celso Borges de Andrade, PUC-MG

*À Lucila e aos meus pais Antônio Geraldo de Pádua
Junior e Maria Berênice Carvalho de Pádua, pela
minha vida e por dar sentido a ela através de um
apoio irrestrito.*

Agradecimentos

Ao finalizar este trabalho tenho que agradecer a muitas pessoas, pelo apoio e / ou ajuda concreta para sua realização, mas, especialmente:

- Ao meu orientador, Professor Doutor José Celso Borges de Andrade, pela orientação segura e criteriosa, mas, também, pela amizade e palavras de incentivo com que sempre me recebeu;*
- À Professora da PUC Minas, Mestre Célia Diniz Nastrini, pela disposição para auxiliar no trabalho e pelo incentivo para que eu o concluísse com sucesso;*
- Aos amigos e seus familiares, pelo carinho e amizade com que sempre me receberam em suas casas e pela ajuda despretensiosa nesse trabalho;*
- À minha amada Lucila Fernandes de Magalhães Pinto e à minha nova família, por me encorajarem e me fazerem acreditar que seria possível. Por terem sabido suportar as dificuldades e a mim mesmo neste período. Por seu amor e carinho e, também, pela dedicação e apoio que me têm dispensado, pois sem eles jamais teria realizado esse feito.*

RESUMO

Este trabalho focaliza os mais recentes avanços tecnológicos na construção e implantação de um edifício inteligente. No estudo de caso, analisou-se um centro médico hospitalar, tendo como principal objetivo os sistemas de automação e de inteligência para o usuário final. A pesquisa é constituída da apresentação de referencial prático e teórico sobre estruturas prediais, sistemas para edifício inteligente e apoio à sua gestão. A abordagem não inclui técnicas como inteligência artificial, lógica *fuzzy*, ou redes neurais. O pesquisador atua como um observador das implantações e funcionamento das tecnologias e como um ator que interfere nas mudanças. Dessa forma, são analisados a conservação da energia elétrica, sua qualidade e gerenciamento, para promover a economia de recursos e a sua utilização adequada.

ABSTRACT

This work focuses the most recent technological advances in the construction and implementation of an intelligent building. In the study of the presented case, a hospital center is analyzed, having as main target the automation and intelligence of the building and the benefits for the final user. The research includes the presentation of referential technologies and theoretical practices on building structures, intelligent building systems and support to its management. The work does not apply artificial intelligence, fuzzy logic, or neural networks. The author acts as an observer of the studied case and as an actor that intervenes on the changes. Some aspects of electric energy conservation, quality and management are showed to increase resources economy and adequate use.

Key- words: Intelligent building; management; energy conservation; supervision.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Algumas funções que caracterizam um Edifício Inteligente	22
Figura 2.2: Edifício Automatizado e <i>Edifício Inteligente</i>	39
Figura 3.1: Complexo Life Center - Apart Hotel e Condomínio Life Center	42
Figura 3.2: Fachada Principal do <i>Condomínio Life Center</i>	43
Figura 3.3: Centro de convenções (1º andar) e heliporto	44
Figura 3.4: Piscina.....	45
Figura 3.5: Sistema de controle do ar condicionado	51
Figura 3.6: Iluminação clara dos corredores	54
Figura 3.7: Sistema do controle dos elevadores.	55
Figura 3.8: Localização das portas dos elevadores em um andar típico (3º andar).	56
Figura 3.9 Esquema das bombas e caixas d'água.....	57
Figura 3.10: Ilustração de uma instalação Antiincêndio e Antipânico.....	59
Figura 3.11: Tela geral do sistema supervisorio.....	61
Figura 3.12: Distribuição horizontal da rede de dados do Condomínio.	64
Figura 4.2: Consumo mensal nos medidores 1, 2 e 3, tendências.....	70
Figura 4.3: Totalização dos medidores 1, 2 e 3.....	70
Figura A3.1 Salas de telecomunicações em um pavimento típico	97
Figura A3.2 Armário de telecomunicações alternativo	98
Figura A4.1: Estação de Operação 1 - Utilidades	106
Figura A4.2 Estação de Operação 2- Segurança.....	107

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 Evolução da demanda prevista do CMH	67
TABELA 4.2 Consumo médio mensal nos anos de 2003 e 2004.....	69
TABELA 4.3 Consumo mensal de kWh	69
TABELA 4.4 Variação no consumo de energia elétrica, de 2003 a 2004	71
TABELA 4.5 Redução do consumo de energia, de 2004 para 2005	72
TABELA 4.6 Distribuição das cargas e transformadores para entrada única.....	73
TABELA 4.7 Situação Modificada. Entrada de 13,8 KV para o Hospital e SAC	74
TABELA 4.8 Entrada mantida para o Condomínio, garagens, salas e lojas	74
TABELA A3.1 ocupação dos eletrodutos nos percursos horizontais.....	96
TABELA A3.2 Dimensões da sala de telecomunicações	97
TABELA A3.3 Área da sala de equipamentos.....	99
TABELA A3.4 Espaço mínimo na parede de uma área aberta	99
TABELA A3.5 Dimensões mínimas para a sala de entrada	100

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Estimativa em % de consumo de energia elétrica por uso final.....	68
--	----

LISTA de SIGLAS e ACRÔNIMOS

ABCI- Associação Brasileira de Construção Industrializada

ABILUX- Associação Brasileira da Indústria da Iluminação

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANSI/TIA/EIA- *American National Standards Institute / Telecommunications Industry Association / Electronic Industry Association*

ASHRAE- *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.*

BAGP- Bomba de Água Gelada Primária

BAGS- Bomba de Água Gelada Secundária

CAG- Central de Água Gelada

CCD - *Charge Couple Device*

CFTV - Circuito Fechado de Televisão

CLC - Condomínio *Life Center*

CLP- Controlador *Lógico Programável*

CMH- Centro Médico Hospitalar

DC- *Direct Current*

DCA-T- Diagrama de Carregamento Admissível na Média Tensão

DVD- *Digital Video Disc*

E / S- Entrada / Saída

ECL- Estação de Controle Local

EM- Estação Mestre

EO- Estação de Operação

EPRI- *Electrical Power Research Institute*

HD-*Hard disk*

IAEEL- *International Association for Energy Efficient Lighting*

ICI- *International Commission on Illumination*

IESNA- *Illuminating Engineering Society of North America*

IMH- Interface Homem / Máquina

kVA- kiloVolt Amperes

kWh- kilowatt hora

LAN- *Local Area Network*

NBR- Norma Brasileira

NR- Norma Reguladora

NT-DC/RE- Núcleo Técnico de Relacionamento com Clientes Especiais

PABX- *Private Automatic Branch Exchange*

PAN- Movimento de varredura na horizontal

PC- *Personal Computer*

PROCEL- Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica

RAM- *Random Access Memory*

RJ 45- *Registered Jack 45*

RCD- Rede de Comunicação de Dados

SAC- Sistema de Ar Condicionado

SE- Subestação

S –VHS- *Super Video Home System*

T1,T2,...- Transformador 1, Transformador 2,....

TILT- Movimento de varredura na vertical

TR- Toneladas de Refrigeração: quantidade de calor necessária para derreter uma tonelada de gelo, a 0°C, em 24 horas.

TV- Televisão (aparelho)

VHS-*Video Home System*

WAN- *Wide Area Network*

SUMÁRIO

1 EDIFÍCIOS DE ALTA TECNOLOGIA E INTELIGENTES.....	14
1.1 Introdução.....	14
1.2 Conforto	17
1.3 Aspectos de integração e econômicos	19
2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS INTELIGENTES	21
2.1 Os Edifícios Inteligentes.....	21
2.2 Evolução histórica dos edifícios e a sua importância	23
2.3 Edifício Inteligente - uma entidade multidisciplinar	25
2.4 Sobre a utilização do termo "inteligente"	26
2.5 Definição de Edifício Inteligente	27
2.6 O Edifício Inteligente não é uma fantasia.....	28
2.7 Os Edifícios Ecológicos.....	30
2.8 Conceitos e definições ligados aos <i>Edifícios Inteligentes</i>	30
2.9 Funções ou sistemas a serem integrados	31
2.9.1 Gerenciamento do consumo de energia elétrica	31
2.9.2 Aquecimento e ar condicionado	32
2.9.3 Iluminação ambiente	32
2.9.4 Dispositivos motorizados e monitoramento da água e de gás	32
2.9.5 Segurança e controle de acesso	33
2.9.6 Comunicação interna e externa.....	33
2.10 Fatores econômicos do gerenciamento dos edifícios	34
2.11 Gerenciamento dos diferentes protocolos	36
2.12 Economia com o consumo de energia elétrica	37
2.13 Qualidade de energia	37
2.14 Automação e inteligência	38
3 DESCRIÇÃO DE UM EDIFÍCIO INTELIGENTE	40
3.1 Estudo de caso	40
3.2 Projeto arquitetônico	41
3.3 Descrição do Complexo Life Center	41
3.3.1 Área centro da vida (2 º andar do Hospital):.....	44
3.3.2 Divisão das salas do Condomínio Life Center por atividades (excetuando-se o Hospital)	45
3.4 Suprimento de energia.....	48
3.5 Sistema de ar condicionado - SAC	50
3.6 Sistema de Iluminação.....	52
3.7 Sistema de elevadores.....	55
3.8 Bombas e sistema hidráulico	56
3.9 Sistema de segurança.....	58
3.9.1 Sistemas de detecção e alarme contra incêndio	58
3.9.2 Sistema de acesso e CFTV	59

3.10 Automação predial	60
3.11 Sistema de controle supervísório	60
3.12 Cabeamento estruturado	62
4 CONSUMO E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. MODIFICAÇÕES NA ENTRADA DE SUPRIMENTO	66
4.1 Metodologia para o diagnóstico energético	66
4.1.1 Estimativa de demanda média para o Condomínio (áreas comuns)	66
4.1.2 Estimativa de consumo por usos finais	67
4.2 Propostas de modificação da entrada de energia.....	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS.....	79
GLOSSÁRIO.....	83
ANEXO A - AR CONDICIONADO	88
ANEXO B - Sistema de vigilância CFTV:	92
ANEXO C - Cabeamento Estruturado	95
ANEXO D - Elevadores.....	103
ANEXO E - Sistemas de automação e supervisão predial.....	105

1 EDIFÍCIOS DE ALTA TECNOLOGIA E INTELIGENTES

1.1 Introdução

Desde os primórdios de sua existência, o principal objetivo do homem foi a busca por locais seguros e protegidos que se tornavam seus abrigos, muitas vezes rústicos e improvisados.

Com o progresso da civilização, esse abrigo evoluiu dando lugar a outros tipos de utilização que não só o inicial, qual seja, abrigo. Surgiram, assim, as construções familiares, tribais e, nas zonas urbanizadas, os edifícios, onde um grande número de pessoas se reúne, se relaciona e colabora. Tais edifícios, muitas vezes na forma de condomínios, tornaram-se o princípio básico de moradias residenciais, atividades profissionais e de prestação de serviços, e são, atualmente, a base da vida urbana.

Alguns marcos históricos dos Edifícios Inteligentes são citados, a seguir, (AGUIAR, 1998).

Em 1904, o arquiteto norte-americano Frank Lloyd Wright, afirmou: "*o edifício é uma expressão diretamente aplicada a seu propósito, da mesma forma que um transatlântico ou um automóvel*" (ALMEIDA e ALVES, 2006, p. 1), ou seja, o projeto arquitetônico é uma das bases da incorporação de tecnologias voltadas ao conforto e à eficiência.

Logo depois, em 1914, Antônio Sant' Elia pediu pela flexibilidade das instalações ao afirmar: "*a arquitetura não deve ser permanente, mas efêmera*" (ALMEIDA e ALVES, 2006, p. 1),.

Em 1950, o arquiteto Siegfried Giedion impunha aos projetos a necessidade de se prever modificações nos edifícios, a fim de servirem às necessidades dos usuários, de acordo com cada momento do desenvolvimento social e tecnológico. Essa observação foi confirmada nos anos 60 pelo grupo Archigram de arquitetos ingleses. Eles identificaram desajustes na excessiva duração dos edifícios, em função de serem incapazes de acompanhar as mudanças tecnológicas e culturais, ocorrendo em ciclos cada vez mais curtos. (ROMERO, 2000).

As primeiras preocupações arquitetônicas, que culminaram com a adoção de automação predial, vieram com a necessidade de serem suplantados problemas, como os da obsolescência precoce e da pouca flexibilidade dos primeiros edifícios, (ABILUX, 1996).

Mas a verdadeira necessidade da incorporação da "inteligência" em um edifício veio com a crise do petróleo em 1973, que determinou uma maior economia de energia provocando o surgimento, em Cambridge, na Inglaterra, dos primeiros modelos de controle predial automatizado. Foi feito um planejamento do controle do consumo de energia de 134 edifícios, em 2400 pontos de energia elétrica, a um custo de 5,5 milhões de dólares, proporcionando uma amortização do investimento ao final de dois anos.

Em 1984, em Nova York, a companhia AT&T construiu, com o projeto de Philip Johnson e John Burges, o prédio que incorporava os princípios de flexibilidade e os mais avançados sistemas de automação e telecomunicações.

Dois anos mais tarde, em 1986, a companhia de seguros Lloyd's construiu em Londres um edifício que pode ser considerado um dos marcos da história dos edifícios com alta tecnologia. Projetado pelo arquiteto Richard Rogers, sua estrutura foi concebida para durar 50 anos, o sistema de ar condicionado, 15 anos e, o de comunicações, 5 anos.

No mesmo ano de 1986, em São Paulo, foram construídos os edifícios do Citibank, pioneiro no Brasil em novas tecnologias e os edifícios do Centro Empresarial Itaú Conceição (CEIC), ambos concebidos com projetos nacionais.

Já em 1989, era consenso que um *"edifício inteligente deveria ser capaz de aprender e, com discernimento, habilidade e precisão controlar as condições ambientais necessárias às atividades humanas"*. (DEL CARLO apud AMARAL, 1995, p. 87)

Em 1992, com o fim da reserva de mercado da informática no Brasil e a entrada de novos produtos e tecnologias para a área das estruturas inteligentes, as construtoras passaram a incorporar um crescente número de funções controladas.

A importância dos edifícios é tão elevada que basta lembrar que profissionais de todos os níveis e matizes despendem, em seu interior, sobretudo nos condomínios de prestação de serviços, aproximadamente, um terço da vida neles trabalhando.

O custo de construção de um edifício moderno é, indiscutivelmente, elevado. Além disso, os custos relativos à sua exploração e manutenção se prolongam por todo o período de sua vida útil.

Neste contexto, é relevante a função de gerenciar devidamente tais edifícios, para retirar dos mesmos o maior proveito possível. Tal aspecto é, atualmente, considerado como muito importante, por toda a sociedade, dando origem ao *Edifício Inteligente*, foco central do presente estudo.

A automação predial e o gerenciamento energético automatizado são o resultado do desenvolvimento tecnológico dos sistemas computacionais e digitais.

Após um crescimento considerável da automatização no setor industrial, nas últimas décadas, o segmento da construção civil começou a ser influenciado e, até mesmo, beneficiado por sistemas automatizados, criados e implantados para diversificadas áreas de produção daquele setor.

Assim, muitas das facilidades proporcionadas pela automação passaram a oferecer um diferencial de qualidade e de preços no mercado imobiliário e a automação predial tornou-se o resultado do vertiginoso desenvolvimento dos sistemas digitais e computacionais de baixo custo.

Atualmente, tornou-se um sonho de muitas pessoas possuir uma moradia automatizada e inteligente, seja tanto em sua residência isolada, como em residências coletivas (condomínios), onde os serviços comuns são administrados automaticamente, sem necessidade de manuseio pelos usuários, (BOLZANI, 2004 e COELHO, 2001).

Hoje, pode-se executar e projetar *Edificações Inteligentes* a custos acessíveis para estes consumidores.

Por outro lado, escritórios, hospitais, hotéis e *shopping centers* têm grandes dimensões, bem como elevado consumo de energia, gás, água, trânsito de pessoas. Por isso, passaram a demandar maior controle e automação e, também, gerenciamento adequado, na busca da redução do consumo global de energia e da qualidade dos serviços colocados à disposição, (PRADO, 1996 e GRAÇA, 2004).

Afinal, o que seria um *Edifício Inteligente*?

Ele deveria garantir a segurança, elaborar funções do dia a dia, contatar serviços de gás e manutenção de elevadores, administrar e racionalizar o consumo energético, etc., entre outros serviços?

Nessa dissertação, busca-se caracterizar um *Edifício Inteligente* e apresentar alguns caminhos e meios a serem propostos e analisados para que alguns segmentos de edificações possam tornar-se automatizados e inteligentes.

Pretende-se apresentar uma evolução histórica dos edifícios e sua evolução, abordar a metodologia de projetos e a modernização em *Edifícios Inteligentes*, discutir a concepção da edificação inteligente em termos de proteção e racionalização das funções, bem como apresentar conceitos e temas associados a tais edifícios (NASTRINI,1999).

Alguns pontos básicos da concepção a ser abordada são: conforto, segurança, confiabilidade, flexibilidade e gestão.

1.2 Conforto

O conforto é um aspecto positivo de um edifício ou condomínio, decorrente de um projeto bem elaborado e de algumas funções e serviços automatizados, em que se promove o bem estar dos usuários em vários aspectos:

- Conforto ambiental, em seus múltiplos aspectos, como luminosidade natural e artificial, ar condicionado, ventilação, limpeza do ar;
- Deslocamento e transporte interno (escadas rolantes, elevadores, rampas de acesso, etc.).
- Comando de equipamentos de forma remota;
- Disponibilidade da informação de forma centralizada, rápida e confiável (relatórios, imagens, sons);
- Utilização racional dos recursos humanos e materiais necessários para a gestão predial.

A automação pode facilitar alguns serviços ao usuário como climatização, controle de acesso interligado ao sistema de elevadores e iluminação inteligente em áreas comuns, com detecção de presença.

A tendência mundial está marcada pela busca do conforto, ocorrendo uma revalorização do indivíduo dentro do processo produtivo das indústrias, dos escritórios, dos condomínios e de outros setores. A crescente automação das

tarefas vem gerando maior tempo livre.

Nos últimos *Edifícios Inteligentes* de escritórios, construídos nas principais cidades do mundo, percebe-se a crescente integração com o meio ambiente, produzindo áreas de lazer para descanso e encontro entre as pessoas.

Dentro mesmo dos edifícios, as áreas de trabalho apresentam transparências entre os ambientes, associadas a acabamentos que garantem conforto acústico, iluminação natural e integração social, sem comprometer a concentração e a privacidade dos funcionários e usuários.

Todos esses fatores visariam, principalmente, o aumento da produtividade das pessoas e, conseqüentemente, das empresas.

Estudos feitos no exterior mostram que, em relação ao custo normal das instalações, todo o arsenal disponível, para dotar as edificações de inteligência, não representa mais do que 2% ou 3% do seu preço final. Em contrapartida, nos países que costumam fazer, permanentemente, avaliações estatísticas de toda ordem, constata-se que a produtividade dos seus profissionais pôde subir de 8% a 12%, com este investimento suplementar (PINTO, 2000).

O conforto é um conceito amplo e ainda em discussão. Seu alcance pode ser notado quando são analisadas as diversas necessidades dos clientes e usuários. O conforto pode representar, para uns, menor dispêndio de energia humana ou, para outros, maior segurança.

No Brasil, por exemplo, o desconforto pode estar na rua, quando deficiências no transporte público obrigam os proprietários de automóveis a irem para o trabalho de carro. Assim, um dos fatores de conforto e segurança estaria na ampliação das áreas de estacionamento e na sua localização próxima aos locais de trabalho.

Se a preocupação do cliente for centrada no fator climático, um edifício bem projetado poderia valorizar a ventilação e a iluminação natural, permitindo que o ar condicionado passe a ser apenas elemento auxiliar. Os ambientes podem contar, ainda, com revestimentos mais adequados, visando maior desempenho acústico e térmico. Muitas outras possibilidades poderão surgir pela valorização do indivíduo na rotina do edifício.

1.3 Aspectos de integração e econômicos

Devido à variada gama de aspectos envolvidos em um edifício eficiente e inteligente, é necessário abordar a integração dos diversos projetos, para se evitar a incompatibilidade da concepção arquitetônica e do processo construtivo com as necessidades da automação e, também, a possibilidade de reabilitar as construções existentes em edifícios automatizados e inteligentes, utilizando-se as tecnologias disponíveis para tanto e as tecnologias já na fase de serem propostas e oferecidas no mercado.

Recentes tecnologias utilizadas nos *Edifícios Inteligentes* são descritas, resumidamente, no decorrer do trabalho, tais como as novas tecnologias de materiais de iluminação, ar condicionado, controle de acessos, sistema de detecção de incêndios, sistemas de sensoramento interno, sistemas de elevadores e escadas rolantes, gerenciamento de cargas e, também, o Sistema de Barramento (*bus*), *software* específico e algumas modalidades das tecnologias de informação.

Por fim, busca-se apresentar um estudo de caso de um *Edifício Inteligente*, com a aquisição de dados e gerenciamento das suas instalações elétricas e outras.

Em relação aos aspectos econômicos, nos diversos segmentos da construção de edifícios, ressalta-se a importância e a necessidade, quase sempre, de se implantar sistemas de tecnologia avançada e energeticamente eficientes.

Neste trabalho, como objetivo mais geral, procura-se caracterizar as funções que poderiam definir um *Edifício Inteligente*.

Como um meio mais específico de caracterização, é apresentado um Estudo de Caso de um edifício complexo, com elevado número de salas comerciais, consultórios médicos, para finalidades diversificadas, laboratórios, *Apart-Hotel*, Heliporto, dotado de infraestrutura de gerenciamento e supervisão de suas várias funções.

No Capítulo 2 são caracterizados os aspectos gerais da situação dos edifícios atuais, indicando e sugerindo novos e próximos passos para sua modernização, tal como a implantação de ferramentas inteligentes para gerenciá-los e torná-los aptos a incorporar novas tecnologias.

O assunto se encontra em franco desenvolvimento nos últimos anos, podendo apresentar inovações em curto espaço de tempo e o trabalho aqui desenvolvido procura apontar de forma sistemática os principais aspectos e a atual situação desta área integrada da ciência e tecnologia.

No Capítulo 3 descreve-se um Edifício Inteligente, como Estudo de Caso, no qual inovações e propostas de arquitetura, de construção civil, de iluminação, ar condicionado, sistema de elevadores, segurança, automação e gerenciamento, etc. são apresentadas.

Este Estudo de Caso descreve uma construção com múltiplos objetivos e que poderia ser definido como um *Edifício Inteligente*, qualquer que seja a definição e caracterização que se poderia utilizar para tal tipo de edifício.

No Capítulo 4 são apresentados alguns resultados de medições de consumo de energia realizadas no edifício, com propostas de alterações, muitas vezes simples, na rotina de funcionamento do mesmo, objetivando reduções no consumo energético e conservação de energia elétrica, principalmente nas áreas comuns do condomínio.

No Capítulo 5 são feitas as conclusões do trabalho.

Os Anexos, de 1 a 5 completam as informações apresentadas no texto principal do trabalho.

2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS INTELIGENTES

2.1 Os Edifícios Inteligentes

No presente capítulo, introduz-se o conceito de *Edifício Inteligente*, conceito este, atualmente, ainda mal definido, propondo-se uma visão abrangente multi e interdisciplinar, em que são ressaltadas as noções essenciais à integração de seus diversos sistemas, flexibilidade, adaptabilidade e capacidade de oferecer um suporte eficiente às suas atividades.

São apresentados modelos de referência do que seria um *Edifício Inteligente*. Com esses modelos pretende-se definir seus principais sistemas e as atuais propostas envolvidas no âmbito da gestão e automação de edifícios. Com esse objetivo, são identificados os setores mais relevantes de um edifício e analisadas as suas possíveis inter-relações.

Nesta parte do trabalho são mencionados, em breve relato, o desenvolvimento, a evolução e a importância que os edifícios possuem na sociedade moderna. São analisados os fatores que deram origem a algumas definições e conceitos de um *Edifício Inteligente* e são abordadas as principais noções que lhe estão relacionados.

A figura 2.1 ilustra os principais aspectos de automação que poderiam caracterizar um *Edifício Inteligente*.



Figura 2.1: Algumas funções que caracterizam um Edifício Inteligente
 Fonte: Foto de Luiz Cruz de Almeida e Cláudio Jorge Pinto Alves

2.2 Evolução histórica dos edifícios e a sua importância

A partir do momento em que o Homem tornou-se mais sedentário, ao contrário de sua situação anterior de nomadismo, ele passou a requerer um local mais apropriado para instalar-se de maneira definitiva. Assim, as habitações foram usadas como meio de abrigo e proteção.

Com o desenvolvimento da civilização, surgiram os edifícios, locais onde grupos de pessoas reuniam-se e se comunicavam. Nesses locais, eram estabelecidas relações de colaboração, tanto formais, como informais e, eram realizadas tarefas em grupo e mantidos repositórios de informação.

No decorrer do Século XX, principalmente, notou-se uma rápida evolução nos edifícios, nos quais os sistemas técnicos e a tecnologia em geral vieram a implantar-se cada vez mais habitualmente, pelas necessidades geradas por grandes complexos empresariais e crescimento de numerosas atividades, diferentes e complementares, em um mesmo espaço físico.

Na referida evolução, pode-se distinguir três períodos distintos:

- Até o ano de 1900, aproximadamente, os edifícios eram marcados pela presença de uma estrutura fixa, sendo utilizados como principais materiais básicos a pedra, os tijolos, o adobe e a madeira. Os serviços eram reduzidos ao essencial e ao estritamente básico, contemplando, sob formas rudimentares, a distribuição de água, o esgoto e a iluminação;

- No período compreendido entre 1900 a 1945, presenciou-se a divulgação das estruturas em cimento armado. Os equipamentos elétricos foram aperfeiçoados e a presença de bombas elétricas e motores elétricos tornaram-se comuns.

- A partir de 1945, até os dias presentes, percebe-se que enquanto os edifícios residenciais mantiveram-se sem grandes mudanças, nos edifícios do setor terciário verificaram-se grandes modificações. Ocorreu o surgimento de estruturas tais como paredes removíveis, tetos e pavimentos falsos. No nível de equipamentos tecnológicos, observou-se uma evolução no uso de formas de controle cada vez mais desenvolvidas e presenciou-se a implantação de sistemas de telecomunicação e de processamento de informação, cada vez mais sofisticados.

Analisando mais detidamente esse último período, pode-se concluir que

situou -se, no início dos anos sessenta, do século passado, o surgimento dos primeiros sistemas de controle centralizado em edifícios. Uma das principais áreas de atuação desse controle incidia sobre equipamentos de climatização dos edifícios.

No princípio dos anos setenta, veio a disseminação dos microprocessadores, que alargou o âmbito de aplicação dos sistemas de controle, permitindo a automação e a supervisão de equipamentos modernos, com crescente e ampliado uso.

A primeira crise do petróleo, ocorrida em meados da década iniciada em 1970, contribuiu decisivamente para a implantação destes mesmos sistemas, colocando em plano destacado os aspectos relacionados com a conservação da energia e gestão energética racionalizada.

Os edifícios tornavam-se o centro das atividades de negócios e de prestação de serviços, constituindo-se na base da vida urbana pós -moderna.

Já nos anos oitenta, também do Século XX, além de um certo nível de automação, apareceram novos requisitos de conforto, de segurança nos locais de trabalho e ampliadas as necessidades de serviços de telecomunicação e processamento de informações. Com base nisso, surgem nos edifícios três novos sistemas:

a) Sistema de automação e gestão de edifícios, responsável pelo controle das instalações técnicas, detecção de incêndios, gestão energética e controle de iluminação;

b) Sistema de telecomunicação, envolvendo comunicações de voz, de dados e comunicação com o exterior dos edifícios;

c) Sistema computacional, que inclui sistemas de informação, escritório eletrônico, sistemas de apoio à decisão e automação de procedimentos.

Constata-se, também, que um edifício, em si mesmo, corresponde a um investimento de longo prazo, pois o seu período de vida útil, ainda se aproxima, em média, de uma duração de cerca de 40 anos.

Os fatos mencionados apontaram para a necessidade crucial de bem gerir os edifícios, desde a sua concepção, operação e modernização, por representarem um dispendioso patrimônio e deles se pretender tirar o máximo proveito dos recursos disponibilizados, pelo maior prazo possível.

Todos os aspectos referidos e, também, a própria transformação da sociedade industrial na sociedade informatizada atual, além da necessidade de oferecer flexibilidade e adaptação às novas tecnologias e aos novos requisitos operacionais, deram origem ao aparecimento do que se convencionou chamar *Edifício Inteligente*.

2.3 Edifício Inteligente - uma entidade multidisciplinar

Os fatores citados, anteriormente, centraram-se basicamente na necessidade de maior conforto e segurança e forte motivação econômica, para o surgimento do *Edifício Inteligente*. Seu desenvolvimento e evolução envolveram e envolvem diversas áreas, entre as quais destacam-se:

- Engenharia civil, técnicas de construção e materiais de construção;
- Arquitetura de exteriores e interiores;
- Desenho de interiores e mobiliário, ergonomia;
- Tecnologia dos equipamentos do edifício (com ênfase nos equipamentos de iluminação, transporte, ventilação e de climatização);
- Automação, controle e gestão; interação homem-máquina;
- Fatores humanos, sociológicos e psicológicos;
- Organização e gestão das empresas;
- Telecomunicações e infra-estruturas de suporte;
- Informática;
- Ecologia e proteção ambiental.

Todas as áreas indicadas são relevantes e é do seu inter-relacionamento que podem surgir locais de trabalho mais confortáveis, econômicos e mais seguros para o homem. Como consequência, presenciou-se o aparecimento de edifícios e condomínios, inicialmente mais automatizados e, posteriormente, "inteligentes", nas mais diversas partes do mundo.

Esses edifícios, em geral, distinguiam-se dos anteriores por razões simples, associadas, por exemplo, às novas soluções arquitetônicas, ao uso de materiais e

técnicas de construção modernas, a um elevado e crescente grau de automatização, à existência de sofisticados sistemas de climatização ou de sistemas de comunicação e de informática.

No entanto, parecia claro que não seriam apenas esses tantos aspectos que poderiam, por si só, justificar a designação de *Edifício Inteligente*.

2.4 Sobre a utilização do termo "inteligente"

A confusão gerada em torno da denominação *Edifício Inteligente* deve-se, em grande parte, ao uso da palavra "inteligente", a qual está associada quase que, exclusivamente, aos seres vivos superiores. Isso induziu nas pessoas, em geral, muitas expectativas distantes da situação real. Essas expectativas foram, em alguns casos, exacerbadas pelos meios de comunicação de massa que, de uma forma por vezes pouco objetiva e clara, descreviam funções e capacidades extraordinárias, quase fantasiosas.

Muitas expectativas vieram a ser frustradas, posteriormente, pela realidade econômica, pela pouca familiaridade dos usuários com as novas tecnologias, dificuldades com o reduzido número de profissionais especializados, proliferação de marcas e equipamentos diversos e, muitas vezes incompatíveis, tendo-se associada à designação uma certa conotação negativa.

Algumas funções poderiam ser frustrantes, não por razões tecnológicas, mas porque a relação utilidade/custo de implantação e manutenção pode ser muito baixa, não justificando a sua utilização, a não ser em casos muito particulares.

Como exemplo dessas funções cita-se, em particular, a capacidade de desencadear ações usando a voz.

Tal fato levou algumas pessoas a evitarem usar a denominação *Edifício Inteligente*, com receio de criar associações com noções de menor rigor, de fantasia ou de elevado custo, além de problemas culturais e de hábitos consagrados ao longo da história..

O termo "*inteligente*" originou, também, o aparecimento de associações com a área da Inteligência Artificial, tendo havido quem defendesse que um edifício só poderia ter essa designação se usasse ferramentas e técnicas originadas na referida área científica.

Embora seja possível considerar que a designação *Edifício Inteligente* possa não ser a mais adequada e que possa dar origem a interpretações errôneas, reveste-se de maior importância definir claramente os conceitos que lhe estão subjacentes do que tentar propor outra designação.

2.5 Definição de Edifício Inteligente

Em 1986, foi criada nos EUA a organização *Intelligent Buildings Institute* (IBI), com o escopo de promover e apoiar os aspectos relacionados aos *Edifícios Inteligentes*. Uma das suas primeiras missões foi tentar estabelecer uma definição mais restrita para os mesmos:

Um edifício inteligente é aquele que oferece um ambiente produtivo e que é economicamente racional, através da otimização dos seus quatro elementos básicos significativos. Como benefício podem ocorrer aumentos dramáticos de produtividade. (INTELLIGENT BUILDINGS INSTITUTE – IBI, 1986, p1)

No *Edifício Inteligente* o destaque não deve ser feito apenas sobre os aspectos do controle, da automação e da supervisão. A era da informática em que se vive necessita que o edifício dê também um suporte adequado às comunicações, aos sistemas informáticos e às aplicações de apoio às organizações, tais como escritórios eletrônicos, suporte de trabalho em grupo, correio eletrônico, acesso a bases de dados e apoio à decisão. O local de trabalho deve ser um local onde as pessoas são e estão constantemente motivadas e fortemente apoiadas nas suas tarefas criativas ou administrativas.

Por fim, seria importante garantir que todas as funções e sistemas do edifício, associados à automação, às telecomunicações, ao processamento de informação e apoio à atividade das organizações, fossem integrados. Pretende-se com isto afirmar que devem interagir entre si e cooperar, possibilitando novos graus

de gestão e supervisão, novas funções, uma maior coordenação e um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Pode-se concluir, então, e buscando resumir as várias noções apresentadas, que um *Edifício Inteligente* é concebido e construído de forma a oferecer uma grande flexibilidade de utilização, dispondo da capacidade de evoluir, de se adaptar às necessidades das organizações e de oferecer, em cada momento, o suporte mais adequado à sua atividade.

Por outro lado, deve possuir sistemas de automação, de computação e de comunicações que possibilitem, de um modo integrado e coerente, gerenciar de forma eficaz, os recursos disponíveis, potencializando aumentos de produtividade, permitindo a conservação energética e oferecendo elevados graus de conforto e de segurança aos seus usuários.

2.6 O Edifício Inteligente não é uma fantasia

Um edifício é um patrimônio de substancial valor e que pode constituir-se em um trunfo determinante no ambiente de acirrada competição e internacionalização de negócios, que caracterizam a sociedade moderna. Em especial, um edifício pode contribuir para aumentar a produtividade e a eficácia de uma organização e pode ser usado como meio de promover a sua imagem junto aos consumidores finais.

No entanto, o *Edifício Inteligente* não pode ser encarado como a fantasia que irá resolver todos os problemas com que as organizações e pessoas se deparam. Ele envolve as três vertentes indissociáveis:

- Organizações;
- Pessoas;
- Tecnologia.

Para que os objetivos relacionados a um *Edifício Inteligente* possam ser alcançados plenamente, é necessário que a estrutura e a dinâmica das organizações, por um lado e a mentalidade das pessoas, por outro lado,

acompanhem e evoluam paralelamente com as possibilidades da tecnologia.

A evolução tecnológica pode:

- Permitir reações mais coordenadas e rápidas (por exemplo, ao ser detectado um incêndio, podem ser imediatamente desencadeadas ações diversas no nível de vários sistemas, assegurando a extração de gases, a pressurização de zonas de evacuação tais como escadas, a ligação da iluminação nas áreas vizinhas à do sinistro e impedimento para os usuários de se dirigirem para zonas de risco). Em casos extremos, pode se alertado ou acionado diretamente o Corpo de Bombeiros da região;

- Oferecer a capacidade de correlacionar a informação, de a processar e de otimizar decisões (por exemplo, o controle de acessos pode monitorar, em permanência, o número de pessoas presentes no edifício e os locais em que se encontram. Essa informação pode ser fornecida ao sistema de climatização, com otimização no seu funcionamento);

- Tornar possível o aumento da produtividade, facilitando a execução de tarefas complexas envolvendo diferentes sistemas (a realização das ações pode ser automatizada, evitando que os operadores necessitem dominar em profundidade as particularidades de vários sistemas, evitando erros de manipulação, omissões ou esquecimentos);

- Permitir ações de manutenção mais eficazes (os vários sistemas podem monitorar o grau real de utilização dos diversos equipamentos a eles associados, e fornecer essa informação, de forma que as ações de manutenção possam ser otimizadas);

Embora as vantagens da integração sejam indiscutíveis, existem alguns aspectos menos positivos como:

- Poderá ocorrer o sub - aproveitamento das características específicas de certos sistemas (deficiências no processo de integração podem levar a que algumas particularidades dos sistemas envolvidos não sejam devidamente consideradas);

- Poderão surgir problemas operacionais, relacionados com a interação entre sistemas, podendo não ser fácil a identificação de suas origens e das medidas a serem tomadas.

2.7 Os Edifícios Ecológicos

Com o objetivo de dar uma real importância a todos os aspectos da qualidade dos locais de trabalho, houve quem sugerisse a designação *Edifício Ecológico (Green Building)*, para os *Edifícios Inteligentes*.

O conceito pretende contemplar uma série de aspectos com uma clara orientação ambiental, entre os quais se destacam:

- Locais de trabalho mais saudáveis, mais ergonômicos e com melhor qualidade;
- Uso de mobiliário mais adequado às tarefas a desempenhar e sem substâncias prejudiciais ao ambiente;
- Novas formas de climatização, com maiores recursos e técnicas passivas;
- Novas técnicas de iluminação, em que se procura aproveitar melhor a luz natural e usar lâmpadas e luminárias de eficiência elevada;
- Minimização do impacto dos edifícios na poluição ambiental que poderiam provocar.

Todos os aspectos analisados e destacados cabem perfeitamente dentro do conceito de *Edifício Inteligente* e a ele devem ser incorporados, não se justificando a adoção de uma nova designação.

2.8 Conceitos e definições ligados aos *Edifícios Inteligentes*

O conceito de *Edifício Inteligente* não é fácil de estabelecer e, como é natural nestas situações, diferentes profissionais e pesquisadores formularam variados conceitos e entendimento sobre o assunto.

Não há, até hoje, critérios que definam o que seja, efetivamente, um *Edifício Inteligente*, muito menos há um consenso em relação à sua estrutura, aos equipamentos e sistemas que deveriam ser utilizados e como se dará a sua integração. O que existe de comum, neste tipo de estrutura, é que a edificação pode ser automatizada em muitas de suas funções e monitorada de maneira local

ou remota.

2.9 Funções ou sistemas a serem integrados

A supervisão e o gerenciamento em *Edifícios Inteligentes* surgem como decorrência lógica da instalação de um número cada vez maior de sistemas e equipamentos de automação em edifícios. Funcionando com uma inteligência central, o sistema de automação permite, a um só tempo, a integração de uma ou mais das seguintes funções ou sistemas:

- Gerenciamento do consumo de energia elétrica;
- Aquecimento e ar condicionado;
- Iluminação ambiente, interna e externa;
- Dispositivos motorizados como elevadores e escadas rolantes, monitoramento de utilidades como água e gás, etc.;
- Segurança e controle de acesso;
- Comunicação interna e externa.

2.9.1 Gerenciamento do consumo de energia elétrica

Permite a supervisão e coordenação dos principais dispositivos elétricos do edifício como transformadores e disjuntores de alta e baixa tensão, quadros de alimentação de equipamentos e centrais de medição de grandezas elétricas.

Pode, por exemplo, atuar sobre as operações de ligar-desligar luminárias e ajustar equipamentos nos períodos mais críticos, de modo a manter o nível de consumo e controlar a demanda de energia para se beneficiar de tarifas diferenciadas (LIMA, 1998).

2.9.2 Aquecimento e ar condicionado

Equipamentos de última geração podem assegurar um desempenho térmico controlado, com o gerenciamento e a otimização de recursos do sistema, com economia de energia e controle individualizado pelos usuários. Uma das maiores novidades do setor, para grandes consumidores (*shopping centers*, hospitais, edifícios públicos, etc.) é a integração do sistema de água gelada ou gelo que acumula frio durante a noite para ser consumido ao longo do dia.

2.9.3 Iluminação ambiente

A iluminação é responsável, normalmente, por 30 a 50% da carga elétrica total de um edifício comercial. Há a possibilidade de instalar sensores de presença que acionam as luzes pela entrada de pessoas nos ambientes.

Um escritório, por exemplo, pode ter suas luminárias, acesas, pouco tempo antes de se iniciar o expediente, com esse funcionamento sendo determinado por um sistema de gerenciamento. O sistema pode estar vinculado à iluminação natural, a partir de sensores que avisam a hora de diminuir a iluminação artificial.

2.9.4 Dispositivos motorizados e monitoramento da água e de gás

O gerenciamento informatizado dos sistemas de elevadores e de escadas rolantes permite, por exemplo, que os elevadores possuam controle remoto para envio automático da cabine a um determinado andar do edifício, comandando sua retenção. Viabiliza, ainda, o uso de cartão magnético nas portas de acesso e o bloqueio de alguns pavimentos.

As escadas rolantes poderiam direcionar o fluxo de pessoas, conforme as necessidades estratégicas do setor de segurança.

O monitoramento da água e do gás visa a garantia do abastecimento corrente e assegurar reservas para a falta eventual de suprimento, devendo detectar vazamentos e desperdícios e controlar o despejo de efluentes nas redes coletoras públicas.

2.9.5 Segurança e controle de acesso

Permite comandar alarmes de incêndio, a partir de uma central de controle, com a utilização de indicadores visuais e sonoros nos diversos ambientes do edifício. Os detectores automáticos podem ser de fumaça (óticos ou iônicos), termo velocímetros (controlam a variação de temperatura em relação ao tempo) e de chamas. Ao ser interligada ao sistema gerenciador, a instalação emite sinalização, via monitor, além de alarme sonoro.

O controle de acesso de pessoas e veículos pode utilizar-se de cartões magnéticos, sensores de proximidade, teclado de código, leitura de íris (substituindo as impressões digitais), determinando a abertura e fechamento de portas.

Nos edifícios mais sofisticados, o acesso pode ser restringido a alguns horários, isto é, a utilização de uma área, *hall* ou sala pode ser permitida apenas em horas e situações específicas.

2.9.6 Comunicação interna e externa

Deve ser entendida como o trânsito de qualquer tipo de informação: dados, voz, sinais ou imagens, através de cabeamento apropriado, de modo a permitir que os usuários e os sistemas inteligentes possam interagir.

Implica no uso de cabos telefônicos, meios físicos ou eletromagnéticos capazes de transmitir sinais codificados, equipamentos de emissão e recepção de sinais e todo o instrumental para captá-los e transformá-los em linguagem

inteligível. Podem usar aparelhos de fax, telefonia móvel e celulares e inúmeros outros instrumentos.

Os cabos de fibra ótica estão revolucionando os critérios de dimensionamento da rede e do volume de sinais que transmitem e, nos próximos anos, certamente substituirão os cabos metálicos da telefonia, mesmo nos setores públicos e privados da rede externa.

A integração e gerenciamento centralizado, entre diferentes funções, são garantidos pelo cabeamento estruturado utilizado nos *Edifícios Inteligente* (PRADO, 1998).

2.10 Fatores econômicos do gerenciamento dos edifícios

As vantagens econômicas de supervisão e gerenciamento em edifícios fazem da automação predial um investimento com retorno rápido. Alguns dos principais benefícios quantitativos podem ser listados:

- Economia de energia elétrica - (através da ação coordenada dos equipamentos consumidores: ar condicionado, elevadores, iluminação, bombas, possibilitando maior controle da demanda total);
- Diminuição dos gastos com empresas de segurança;
- Redução de custos com manutenção corretiva;
- Aumento da disponibilidade das instalações;
- Diminuição dos riscos de má operação dos sistemas;
- Racionalização na utilização de equipamentos;
- Programação de horários dos dispositivos.

Em consequência destes benefícios, as unidades que constituem o edifício podem, com certeza, alcançar maior valor de mercado. Além disto, são obtidos, naturalmente, diversos benefícios qualitativos, não mensuráveis, financeiramente, com facilidade, como conforto e segurança.

O fator econômico, Scaliter (1999) e Bardelin (2004), podem marcar o limite que a eficiência de um gerenciamento deve atingir, ao mesmo tempo em que a

tecnologia pode corresponder ao “esbanjamento” de atribuições e qualidades, quando não existe adequação entre ela e o problema que se pretende resolver.

Atualmente, com os custos dos equipamentos e a falta de profissionais (engenheiros de sistemas que dominem bem todas as funções de um edifício e, ao mesmo tempo, as possibilidades tecnológicas dos sistemas de automação) é necessário recorrer ao bom senso.

O problema não está somente no investimento, que corresponde a cerca de 2 a 3% do custo total da obra, (PINTO, 2000) para um período de amortização compreendido entre dois e cinco anos mas, também, na forma de racionalização dos serviços de manutenção e economia de gastos e, também, na necessidade de projetar o sistema como um todo, com atenção na sua funcionalidade e operacionalidade.

Numa breve análise da situação atual, hoje coexiste, em um mesmo edifício, uma grande quantidade de equipamentos que utilizam, de forma independente, informações para a realização de suas tarefas, dificilmente compartilhando elementos comuns, descartando recursos e aumentando as necessidades de espaço para as instalações, além de gerar um nível maior de suporte de pessoal qualificado e de manutenção.

O fato de dotar-se um edifício com equipamentos de alta tecnologia, ainda que seu custo possa parecer elevado, permite sua amortização rápida, pelos benefícios conferidos:

- Economia energética, como consequência do poder de atuação imediata naqueles pontos em que as instalações ou deixaram de ser aproveitadas, ou apresentam um consumo elevado em relação às necessidades ou, finalmente, um afastamento dos parâmetros de funcionamento;
- Vigilância total de todas as instalações;
- Diminuição do pessoal de manutenção e diminuição do tempo de procura de avarias, pois o equipamento as detecta imediatamente;
- Manutenção mais eficiente, como resultado da melhor vigilância sobre o sistema e da possibilidade de atuar desde a central, diminuindo manipulações diretas aos equipamentos.

2.11 Gerenciamento dos diferentes protocolos

Em princípio, sensores identificam as informações técnicas que interessam e as transmitem para centrais de controle e supervisão automáticas, capazes de captar e decodificar as mensagens, com ou sem a participação humana e, a tomar decisões que organizem o uso e as condições das instalações e dos vários ambientes de um edifício.

O problema surge quando diferentes sistemas começam a “conversar” com o sistema de gerenciamento. Este, por sua vez, deve ser capaz de decodificar os vários sinais eletrônicos e apresentá-los de forma amigável em uma ou mais telas de computador, de modo a representar graficamente todas as funções por ele controladas.

O gerenciamento ideal deve, em tese, ser capaz de integrar os vários sistemas que, por sua vez, devem ter protocolos compatíveis ou “falar” a mesma língua. Na prática isto ainda não é possível, (LIMA, 1998 e LOBO, 2001).

Por exemplo, o sistema de gerenciamento eletrônico dos elevadores não possui os mesmos protocolos das redes de telefonia.

As empresas pelo mundo ainda estão tentando estabelecer padrões para facilitar as comunicações entre os diversos sistemas de um edifício.

Até hoje, nenhum protocolo (interface) teve força suficiente para impor-se como padrão internacional. Quando o mercado optar por um protocolo comum, os custos de um projeto de automação deverão sofrer significativa redução, pois não haverá despesas suplementares gastos com adaptações desnecessárias e dispendiosas.

Em resumo, de uma estação central um operador poderá controlar e monitorar todas as funções do edifício enviando comandos adequados para cada situação. Para facilitar este trabalho, o mercado está produzindo *softwares* que se destinam a melhorar a integração homem-máquina, através de desenhos (ícones), mensagens e outros dados simplificados.

2.12 Economia com o consumo de energia elétrica

A organização dos edifícios de alta tecnologia permite vantagens consideráveis para enfrentar uma situação atual muito diferente dos tempos em que os baixos custos da energia levavam a uma atividade descuidada em relação ao consumo. A conservação de energia pode ser realizada, pela utilização de equipamentos mais eficientes, para cada uso final (controle ambiental, elevadores, iluminação, etc.).

2.13 Qualidade de energia

Do ponto de vista do consumidor, a qualidade de energia elétrica pode ser definida como sendo a ausência de variações manifestadas na tensão, corrente ou frequência que resultem em falha ou má operação de seus equipamentos (DUGAN, 1996). Perturbações provocadas por outros consumidores, ou mesmo pela carga do próprio consumidor, afetam sua percepção em relação à qualidade da energia elétrica utilizada.

Alguns tipos de dispositivos ou equipamentos elétricos, incluindo grande parte dos equipamentos que utilizam novas tecnologias como, por exemplo, os conversores estáticos, provocam perturbações na rede (distorções harmônicas, flutuações de tensão e desequilíbrios), que degradam a qualidade da energia fornecida pela concessionária e podem alterar o desempenho ou danificar outros equipamentos.

A questão se agrava com a proliferação do uso de equipamentos eletrônicos, tanto no seguimento das indústrias, quanto nos seguimentos comercial e residencial. Esses equipamentos apresentam um duplo problema para a rede elétrica e, além de serem muito sensíveis às variações de tensão transitórias e presença de harmônicos, podem provocar problemas de qualidade de energia nos circuitos de alimentação de outros circuitos e ramais, além de na rede elétrica de consumidores próximos.

Os equipamentos são projetados para operar dentro de uma certa faixa de tensão. A maioria dos problemas de tensão, associados aos computadores e outras cargas sensíveis, não está ligada, somente, à ocorrência de tensões de regime, fora da faixa normal de operação mas, também, às variações de tensão de curta duração e harmônicos.

O problema torna-se mais complexo pelo fato de que a sensibilidade dos equipamentos a essas variações de tensão e distorções é diferente em cada caso. Equipamentos distintos, de uma mesma categoria, porém de fabricantes diferentes, apresentam níveis diferentes de perturbação e sensibilidade às perturbações próprias e vizinhas.

Os sistemas de potência e seus componentes são, basicamente, projetados para atender cargas lineares, ou cargas com um nível reduzido de correntes de harmônicas, (ARRILLAGA, 1997).

Entretanto, com a possibilidade de perturbações na rede da concessionária e proliferação de cargas geradoras de harmônicos, os sistemas elétricos, tanto o da concessionária, quanto os dos consumidores, passaram a ter que conviver com problemas de afundamentos e flutuações de tensão e distorção de correntes e tensões, com um certo grau necessário de imunidade a seus efeitos.

2.14 Automação e inteligência

A automação predial é uma exigência da vida moderna, salientando-se que deve sempre ser pensada de forma a atender às necessidades e à disponibilidade econômica de cada condomínio.

No sistema automatizado, diante de uma eventualidade, produz-se uma resposta dentro de uma gama limitada de possibilidades ordenando, automaticamente, o mecanismo correspondente para atuar.

No sistema inteligente, o sistema físico sobre o qual se apóiam todos os subsistemas de controle de serviços técnicos, de segurança, de automação de escritórios e de comunicações, permite realizar tarefas mais complexas, como procurar, entre um número considerável de dados originários de diversas fontes, os

que, introduzidos em software específico, permitem formular hipóteses e conclusões para uma tomada de decisões adequada.

Assim, em edifícios dotados de sistema inteligente, um *software* armazena as informações, analisa os dados e escolhe a decisão a ser tomada, apoiada em parâmetros previamente definidos. Por outro lado, o conjunto deve ser flexível, adaptável às novas tecnologias e ser capaz de aprender.

A figura 2.2 ilustra o inter - relacionamento entre Edifício Automatizado e *Edifício Inteligente*.

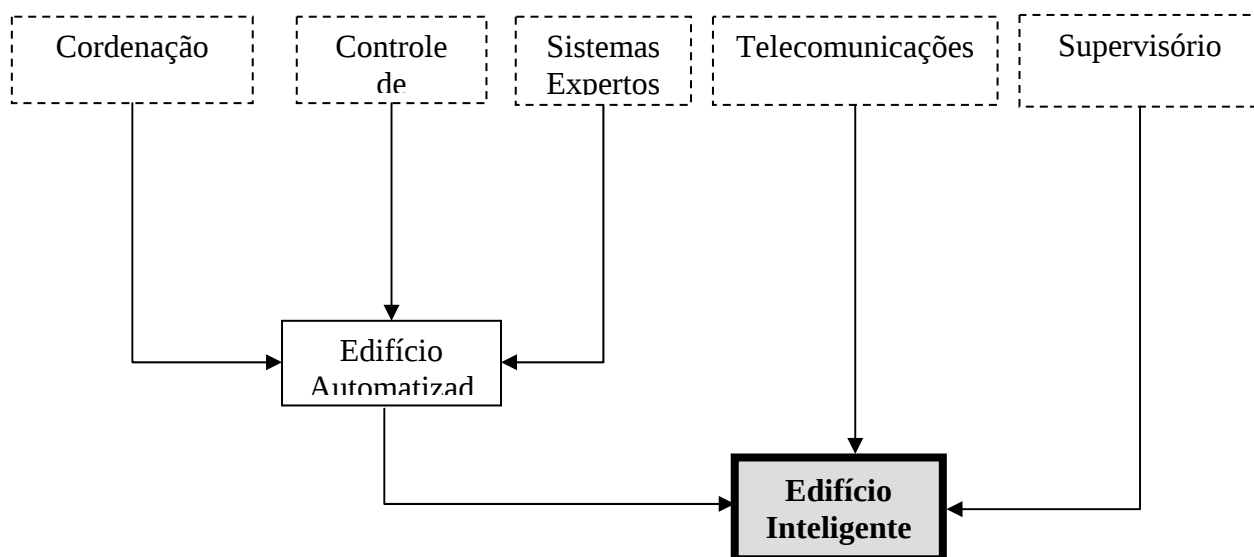


Figura 2.2: Edifício Automatizado e *Edifício Inteligente*
Fonte: Ilustração de Eduardo Henrique Gonçalves

3 DESCRIÇÃO DE UM EDIFÍCIO INTELIGENTE

3.1 Estudo de caso

Foi apresentada, em capítulos anteriores, a caracterização dos *Edifícios Inteligentes* de alta tecnologia, sob o ponto de vista funcional, sublinhando-se a estrutura dos serviços que podem integrá-los, as suas funções básicas e as suas interações. A visão ampla, como a que foi apresentada, destacou como noções fundamentais: a economia de energia, o conforto, a segurança, a integração, flexibilidade, a adaptabilidade de oferecer um suporte eficaz às atividades de um edifício moderno e eficiente.

O estudo de caso aborda a descrição do Condomínio *Life Center* - CLC parte integrante do Complexo *Life Center* - *Complexo LC*, Belo Horizonte, MG, que pode ser classificado como um *Edifício Inteligente*, pelas possibilidades oferecidas pela sua estrutura, realçando-se desde a sua concepção arquitetônica e construtiva, os materiais utilizados, até o projeto de construção civil, que oferece amplos meios presentes de adaptação e meios futuros de *retrofit* (readequação) tecnológico, com novas tecnologias mais eficientes e automação.

Ao observar-se o Complexo LC percebe-se que ele pode ser enquadrado na categoria de um conjunto de edifícios de alta tecnologia, pelo seu desenvolvimento arquitetônico e civil harmonioso: acabamento, revestimento, esquadrias, distribuição da energia elétrica, hidráulica, iluminação, condicionamento ambiental, sistemas de alarme e proteção contra incêndios, controle dos acessos, contra intrusão, monitoração e gravação de imagens nas áreas comuns, etc.

O Complexo LC apresenta a sua fachada principal e fachadas laterais, em vidro espelhado, criando não apenas um aspecto moderno e suntuoso, como

também, protegendo os espaços e usuários dos excessos do sol, culminando em uma menor utilização média do Sistema de Ar Condicionado – SAC, ao mesmo tempo tirando proveito da iluminação natural, como auxiliar da iluminação artificial.

Alguns de seus aspectos relevantes, para caracterizá-lo como um edifício de alta tecnologia, passam a ser descritos, a seguir.

3.2 Projeto arquitetônico

A fachada causa grande impacto visual e melhora o desempenho térmico devido ao espelhamento aplicados nos vidros. Houve a adoção de vidros reflexivos e semi-reflexivos, como redutores de absorção de energia solar, bem como acabamento com aplicações de granito, figuras 3.1 e 3.2. Foram também utilizadas estruturas de concreto pré-fabricadas, o que permitiu viabilizar estruturas competitivas, com custo acessível e qualidade superior.

Por outro lado, a localização e orientação do edifício proporcionam o aproveitamento da luz natural durante o dia, com atenuação térmica pelos vidros reflexivos.

3.3 Descrição do Complexo Life Center

À esquerda da figura 3.1 situa-se o Apart Hotel (Bloco 2) e, à sua direita, o Condomínio *Life Center* - CLC (Blocos 1 e 3, Centro Médico Hospitalar – CMH, mais salas de comércio, *Shopping Center*, consultórios, etc.)



Figura 3.1: Complexo Life Center - Apart Hotel e Condomínio Life Center
Fonte: Foto de Corcuera Cavalcanti

- O conjunto de 03 blocos de edifícios possui:

- Área construída total: 74.400 m²
- Bloco 1; Hospital, com 200 leitos;
- Bloco 2: Apart hotel com 90 apartamentos;
- Bloco 3: Formado por variadas instalações:
- *Shopping Center* com 30 lojas (1º andar);
- Escritórios e filiais de instituições bancárias;
- Consultórios e clínicas: 220 unidades;
- Centro de convenções para 500 pessoas (figura 3.3);
- Heliporto, pouso de helicópteros (figura 3.3);
- Quatro níveis de garagem, com 927 vagas (uso comum aos Blocos 1 e 3).

O *Complexo LC*, no seu início, constituiu-se, pois, dos 03 blocos (edifícios) representados na figura 3.1: Bloco 1 - Hospital ; Bloco 2 - *Apart Hotel*; Bloco 3 - Salas, consultórios, lojas, etc.

Posteriormente, com o desligamento do *Apart Hotel* do Complexo, o Condomínio *Life Center* - *CLC*, ou Centro Médico Hospitalar - *CMH*, ficou constituído pelos blocos 1 e 3. Na figura 3.2, é mostrada sua fachada principal.



Figura 3.2: Fachada Principal do *Condomínio Life Center*
Fonte: Foto de Corcuera Cavalcanti

O Hospital situa-se no edifício à direita da figura 3.3, do *Condomínio Life Center*. O conjunto de consultórios, laboratório de análises clínicas, salas, etc. situa-se no edifício à esquerda da mesma figura 3.3.



Figura 3.3: Centro de convenções (1º andar) e heliporto
Fonte: Foto de Luiz Cruz de Almeida e Cláudio Jorge Pinto Alves

Os ambientes internos, tanto nas áreas comuns, quanto nas áreas para finalidades específicas foram projetados com luminosidade adequada e conforto ambiental térmico.

3.3.1 Área centro da vida (2º andar do Hospital):

- Piscina (figura 3.4);
- Área de Cooper e Academia de Ginástica.



Figura 3.4: Piscina

Fonte: Foto de Luiz Cruz de Almeida e Cláudio Jorge Pinto Alves

Os pisos foram implantados, com pedras naturais, como granito e mármore, quase que em todos os ambientes.

A piscina, dividida em dois setores, tem o seu aquecimento garantido, através do *chiller*, com uma parte aquecida com água quente, para neurologia e outra, com água fria, para esclerose múltipla, tratamentos prescritos, em ambos os casos, pelas clínicas de fisioterapia.

3.3.2 Divisão das salas do Condomínio Life Center por atividades (excetuando-se o Hospital)

1)- Salas diversas: comerciais, administração, cursos, etc.

01 Administração de Bens

01 Administração do condomínio

01 Administradora de garagem

03 Advocacias

01 Agência de turismo
03 Agências bancárias
01 Auditório
01 Café
08 Comerciais de produtos diversos
01 Consultor tributário
03 Contabilidade
02 Cooperativas
03 Cursos de inglês
01 Designer de produtos
01 Diretoria
01 Empresa de informática e provedor de *internet*
01 Farmácia
01 Farmácia de manipulação
01 Flat
03 Loja de material médico hospitalar
01 Loja de Meias
01 Loja de presentes
01 Lotérica
01 Ótica
02 Papelaria
01 Perito criminal
01 Plano de saúde
01 Publicidade
03 Sala de acunputura

2) Salas, consultórios, atendimentos médicos diversos:

04 Alergia
03 Angiologia
01 Bistomatologia
08 Cardiologia
01 Cirurgia digestiva

12 Cirurgia geral
36 Cirurgia plástica
01 Clínica da dor
01 Clínica médica homeopata
01 Clínico geral de pneumologia
03 Clínica geral
03 Clínica médica
09 Dermatologia
03 Ecocardiografia
15 Endocrinologia
06 Estética
01 Exames diversos
16 Fisioterapia
04 Fono audiologia
05 Ginecologia
01 Hiperbárica
01 Implante odontológico
01 Infectologia infantil
01 Mamografia
01 Mastologia
01 Medicina estética
01 Medicina preventiva
06 Neurologia
07 Nutrição
09 Odontologia
28 Odontologia
51 Oftalmologia
01 Ortomolecular
16 Ortopedia
05 Otorrinolaringologia
01 Patologia Clínica
08 Pediatria
07 Proctologia

08 Psicologia
14 Psiquiatria
13 Radiologia
03 Reumatologia
01 Sexologia
03 Terapia ortomolecular
01 Ultra som
04 Urologia

3.4 Suprimento de energia

Em março de 1998, foi aberto o pedido de serviço à concessionária local, para atendimento ao *Complexo LC*, localizado na esquina da Av. do Contorno com a Rua Estevão Pinto, Belo Horizonte, MG.

Após diversos estudos de viabilidade de suprimento, pela análise de várias alternativas, como: remanejamento de cargas entre as SE da região; implantação de nova SE na Zona Sul; construção de novo alimentador subterrâneo, a partir da RDS - Rede Subterrânea Savassi e atendimento, a partir da SE BH Santa Efigênia, ou ampliação da mesma. Optou-se por esta última solução, antes da ocorrência de ponta de demanda, prevista para 2002 e após análise de diversas contingências de carregamento.

Por outro lado, o Complexo LC propôs a sua participação em cerca de 40% do investimento na ampliação da SE Sant Efigênia (de 75 MVA para 100 MVA).

O Complexo *Life Center* passou, então, a ser atendido por duas câmaras transformadoras, com medição em Baixa Tensão e Tarifa Residencial.

- Alimentação principal:

Câmara Transformadora 01:

Responsável pelo atendimento do *Apart Hotel* (Bloco 2), alimentada pela

Rua Cícero Ferreira, sem interferência elétrica nos blocos 1 e 3, constituintes da parte hospitalar;

- Câmara Transformadora 02:

Responsável pelo atendimento das duas torres da parte hospitalar do Complexo (Bloco 1 - Salas e, Bloco 3 - Hospital), alimentada pela rua Edgard Coelho, com os seguintes transformadores:

O conjunto formado pelo CLC, em sua totalidade, era alimentado pela concessionária local (CEMIG S/A) em 13.8 kV (rede subterrânea), com transformação para 380V, 220V e 127V, através de 03 transformadores de 750 kVA e 04 transformadores de 500 kVA.

Transformador 3 - 500 KVA - para atender as medições 6 a 11 e lojas

Transformador 4 - 500 KVA - para atender as medições 6 a 11 e lojas

Transformador 5 - 500 KVA - para atender o Hospital

Transformador 6 - 750 KVA - para atender as cargas do condomínio

Transformador 7- 750 KVA - para atender as cargas do condomínio

Transformador 8 - 750 KVA - para atender a garagem e condomínio

Transformador 9 - 500 KVA - para atender o Hospital

Os Transformadores de nº 1 e nº 2 destinaram - se à alimentação do Apart Hotel (Bloco 2) e, desde o início do funcionamento do Complexo Life Center não interferiram com o suprimento dos outros blocos (Blocos 1 e 3).

Além da separação do *Apart Hotel* do *Complexo Life Center*, foi proposta, posteriormente, uma modificação do arranjo dos Transformadores do Condomínio, a fim de se ter tarifas mais baixas para o consumo de energia.

Alimentação de emergência:

- 01 grupo motor (Diesel) – gerador, de 450 KVA, para alimentar a rede do medidor de energia 3 (elevadores, iluminação de emergência e bombas de água potável);

- 02 grupos de 450 KVA para o suprimento do hospital, com 01 grupo, exclusivamente, para o centro cirúrgico e 01 para o restante do hospital. Havendo interrupção de energia elétrica da concessionária, o hospital não é gravemente afetado. Os geradores têm a capacidade de suprir a demanda total.

- Os grupos (motor - gerador) são acionados automaticamente, no caso de falha no suprimento da concessionária. Eles são mantidos pré-aquecidos, com a capacidade de assumir a plena carga, em 20 segundos.

3.5 Sistema de ar condicionado - SAC

O sistema de ar condicionado - SAC é do tipo central, equipado com máquinas que “gelam” a água, a ser distribuída para os *fancoils*, responsáveis pelo resfriamento dos ambientes, como detalhado no Anexo 1 e (ALVES, 2004).

O princípio de funcionamento de um sistema de ar condicionado central é definido como um sistema indireto, onde se usa a água (ou um outro fluido) para trocar calor com o ar e depois com o ambiente, diferente do sistema convencional (tipo janela), onde a expansão direta do gás troca calor diretamente com o ambiente sendo, para as instalações de grandes dimensões, mais econômico e eficiente (ASHRAE, 1998).

O sistema de automação para o SAC, figura 3.5, controla todos os equipamentos, como a central de água gelada (CAG) e *fancoils*, bombas de recalque e reservatórios de água.

O Condomínio, nas suas partes comuns, tem a temperatura ambiente estipulada em 22°C, normalmente, no horário de funcionamento, das 6:00h às 22:00h. O SAC constitui-se de um modelo de 430 **TR** (Toneladas de Refrigeração), com 3 centrífugas, totalmente automatizado, com o *set point* (temperatura de operação) e entrada de água automatizados.

TR Quantidade de calor necessária para derreter uma tonelada de gelo, a 0°C, em 24 horas. 01 TR = 288000 Btu, em 24 horas, ou 12000 Btu/h $\cong$ 3024 kcal/h.

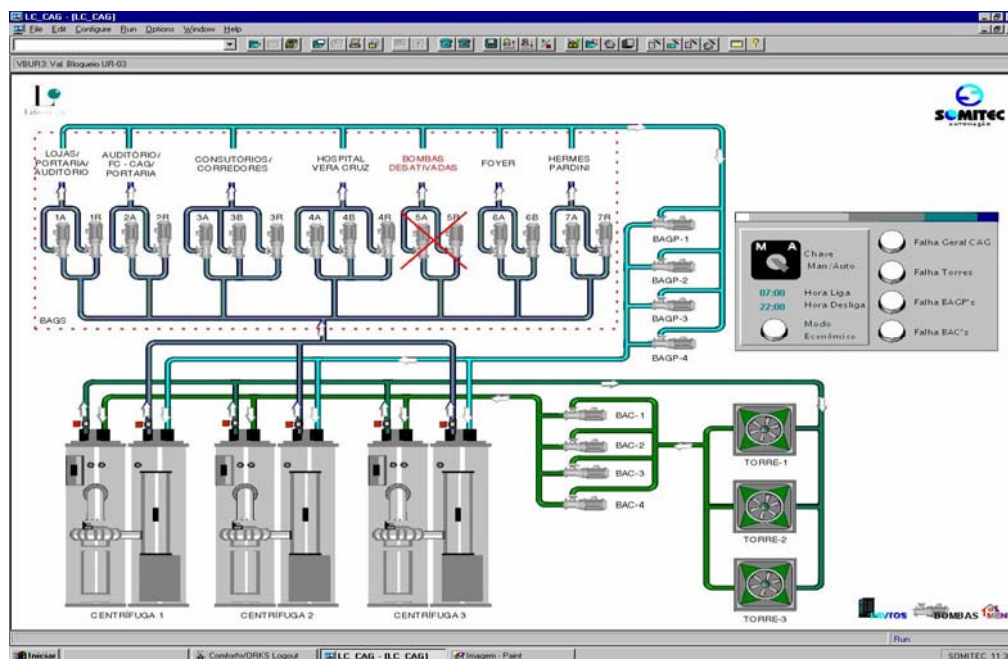


Figura 3.5: Sistema de controle do ar condicionado
 Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

O controle do SAC possui sensor de segurança, com alarmes de sobrecarga que, também, podem ser acionados por curto circuito no motor ou se estiver com o retorno vedado (no caso de obstrução na tubulação).

Existe um ventilador, responsável pela circulação de ar novo nos ambientes comuns, em cada andar.

No CLC existem 06 grupos de Bombas de Água Gelada secundárias - BAGs atendendo algumas áreas comuns do edifício:

1. 02 bombas atendendo as lojas do shopping e auditório;
2. 02 bombas atendendo o auditório e hall da recepção;
3. 03 bombas atendendo os consultórios e corredores;
4. 03 bombas atendendo o hospital;
5. 02 bombas atendendo o foyer;
6. 02 bombas atendendo a clínica Hermes Pardini.

Com essa divisão em grupos, se somente os *fancoils* do grupo 1 necessitarem de água gelada, somente as suas respectivas bombas serão ligadas e, conseqüentemente, apenas uma centrífuga entrará em funcionamento, com sua capacidade reduzida, a fim de evitar o desperdício de energia.

À medida que outros *fancoils* começam a entrar em funcionamento, suas respectivas bombas também entram em funcionamento.

Os grupos de bombas 3 e 4 são controladas por inversores de frequência, para os consultórios e hospital.

- O SAC, normalmente, atua no modo econômico. A centrífuga não é usada em sua totalidade, pois é desligada automaticamente de acordo com a sequência de desligamento percentual de funcionamento: 75%, 50% e 25%.

- Atuações manuais são sempre requeridas no controlador do SAC. Recentemente, alguns usuários do 8 ° andar solicitaram o desligamento do serviço em algumas salas, por serem clínicas de alergia.

- Para o controle do consumo de energia, tenta-se manter a faixa de consumo praticamente constante chegando-se, então, a um consumo mais racional de energia.

O horário de funcionamento previsto do SAC é de 06:00h às 22:00h.

3.6 Sistema de Iluminação

Um sistema de iluminação corresponde, normalmente, a uma faixa de consumo de 30 à 50% da carga elétrica total de uma edificação comercial, (REGINO, 1999).

No caso em questão, o SAC chega a consumir cerca de 65% do Condomínio. Ao sistema de iluminação correspondem cerca de 10 % do consumo, constituído, na maior parte da área comum, de lâmpadas fluorescentes e luminárias eficientes, com reatores eletrônicos, que emitem luz na cor branca, garantindo o conforto visual, quanto à identificação nítida das pessoas, espaços, sinalizações e objetos.

Basicamente, a iluminação do Condomínio usa dois tipos de lâmpadas fluorescentes e três tipos de luminárias para lâmpadas fluorescentes, conforme os ambientes do edifício:

- Halls de entrada e recepção

Cada andar, *hall* do *shopping* e demais áreas comuns de utilização, como os corredores, utilizam luminárias de embutir em forro de gesso, com tampa de vidro jateado de areia, para iluminação indireta, compartimento para 2 (duas) lâmpadas fluorescentes compactas, tipo TL 26W, reatores eletrônicos – RE.

- Garagem

Na garagem do prédio são utilizadas luminárias de sobrepor, de alumínio, com abas externas e pintura interna branco fosca, com 2(duas) lâmpadas fluorescentes tipo T8 de 32W, RE.

- Ambientes internos

Nos ambientes internos, como consultórios, salas e quartos, são utilizadas luminárias de embutir em forro de gesso, para 2(duas) lâmpadas fluorescentes, tipo T8 de 32W, com aletas metálicas para evitar ofuscamento e RE. Encontra - se, também, lâmpadas dicróicas e incandescentes de 60 Watts.

Todo o sistema de iluminação tem a quantidade de luminárias e lâmpadas, em número suficiente para se obter iluminamento dentro dos níveis recomendados pela norma ABNT NBR-5410, de acordo com as atividades realizadas em cada ambiente. Nas salas de cirurgia foram previstos *spots* para prover os níveis de iluminamento necessários nos pontos e momentos convenientes.

Nos corredores do edifício foram previstos circuitos independentes, dispostos alternadamente às lâmpadas, para ter um controle do nível de iluminamento e para economizar energia.

Uma das características do Condomínio, nos *halls* e corredores é a sua iluminação clara que proporciona segurança e conforto aos usuários, figura 3.6.



Figura 3.6: Iluminação clara dos corredores
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

A opção por se utilizar lâmpadas e luminárias, com pouca variação de tipos, contribui para a eficiência da manutenção, mantendo-se o ambiente hospitalar com iluminação adequada.

Foi previsto um sistema de iluminação de emergência mantido em “*stand by*”, através de alimentação por gerador diesel, para casos onde possa ocorrer a falta de energia proveniente da concessionária. Esse sistema de iluminação é composto por lâmpadas incandescentes de baixa potência, localizadas nos corredores e escadas, além de lâmpadas e luminárias especiais indicativas de rotas de fuga.

O sistema de automação e supervisão predial supervisiona e sinaliza os alarmes das variáveis fundamentais dos subsistemas: transformação e distribuição de energia, como tensão e corrente dos transformadores; frequência; estado dos disjuntores e dispositivos de proteção; temperaturas, faltas, fugas, sobrecargas ou outros comportamentos anormais e, principalmente, gerenciamento do consumo de energia (iluminação, condicionamento ambiental, aquecimento e informática).

3.7 Sistema de elevadores

O sistema de elevadores é composto de 17 elevadores, sendo:

- 08, para o condomínio, *shopping* e salas;
- 05, somente para o hospital;
- 04, exclusivos para o *Apart Hotel*.

Na figura 3.7, é apresentado um quadro sinótico de indicação da posição dos elevadores e seus controles.

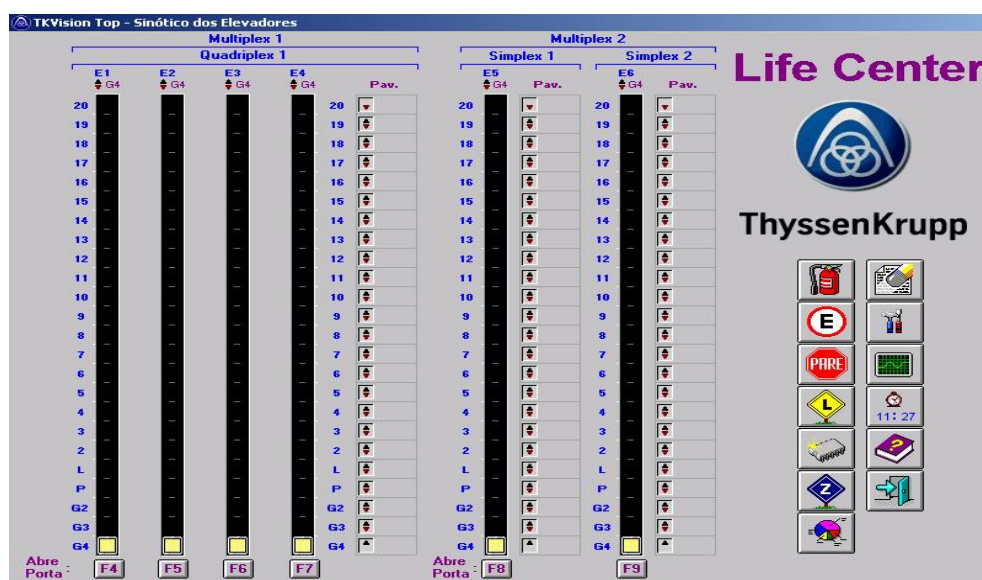


Figura 3.7: Sistema do controle dos elevadores.
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

Os elevadores possuem um *software* de controle e gerenciamento. ,

- Gerenciamento por grupos;
- Alarmes de emergência;
- Habilitação lotada;
- Configuração de funcionamento;
- Acesso restrito do fabricante.

Apenas 02 elevadores funcionam à noite, os demais ficam estacionados no 20º andar, a fim de evitar-se danos no caso de haver vazamento de água nos

andares inferiores.

Os elevadores têm velocidade moderada (conforto para o usuário). Exemplo: Nos sistemas de elevadores antigos a velocidade é de 120m/min, enquanto no CLC ela é de 60m/min. Prevê-se maior agilidade para resgate, pois o elevador, neste caso, não pararia entre os andares.

A figura 3.8 representa uma das plantas incluídas no sistema do computador para acesso às portas dos elevadores. As saídas de emergência, indicadas na figura 3.8, são próximas aos elevadores de numero 1 e 11.

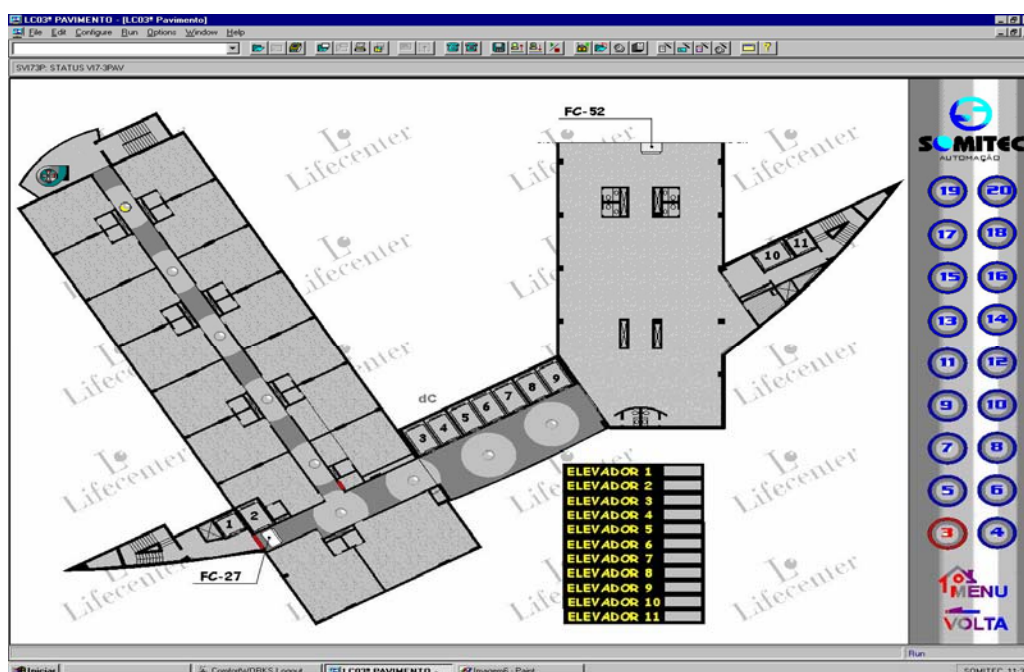


Figura 3.8: Localização das portas dos elevadores em um andar típico (3º andar).
FC - fancoil

Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

3.8 Bombas e sistema hidráulico

O edifício possui reservatórios de água suficientes para o abastecimento de água para todo o edifício, com previsão de eventuais falhas no sistema de

suprimento, figura 3.9.

A monitoração, por sistema próprio de controle, verifica a ocorrência de consumo elevado ou desperdício, permanentemente.

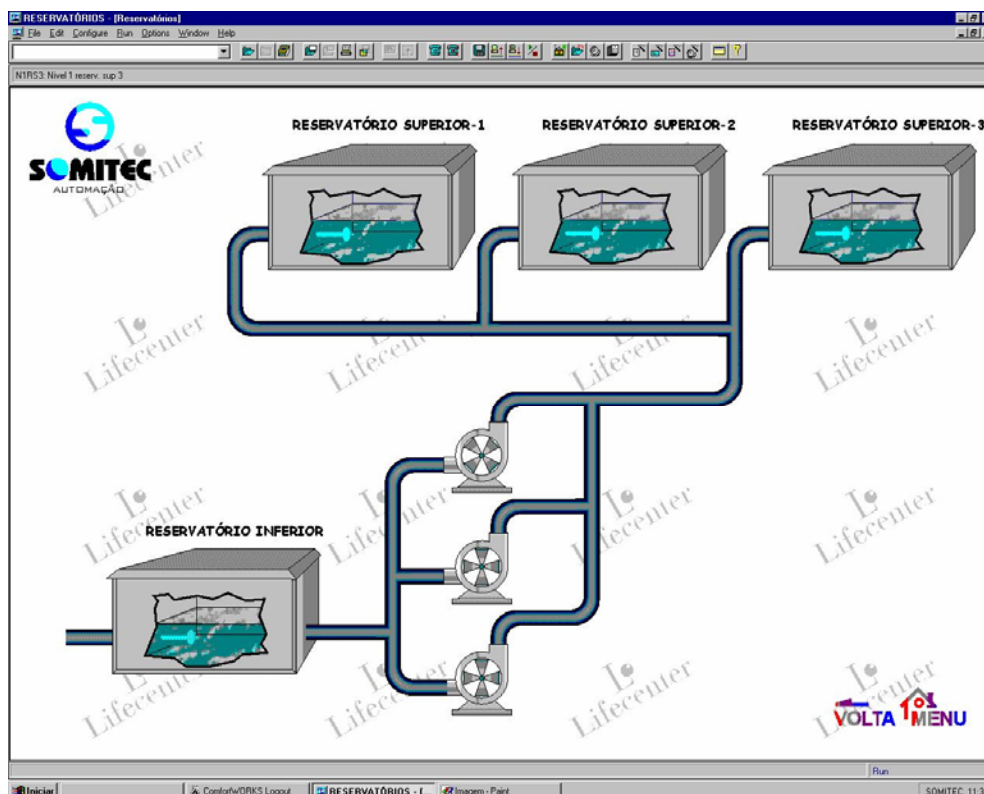


Figura 3.9 Esquema das bombas e caixas d'água.
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

Os reservatórios funcionam com a quantidade de água regulada, mantendo um mesmo nível nos 03 reservatórios superiores e, sempre, acionando um sinal de alarme quando da falta ou redução do nível de água nos mesmos.

3.9 Sistema de segurança

O CMH possui os seguintes sistemas de segurança:

- Segurança física: detecção, alarme e proteção contra incêndios;
- Segurança patrimonial: controle de acesso, detecção e alarme contra intrusão, por Circuito Fechado de Televisão (CFTV), com monitoração e gravação de imagens, através de central inteligente de manipulação de sinais.

Há uma grande dificuldade de controle do acesso, decorrente do volume de pessoas na rotina do Condomínio. Atualmente, cerca de 3.200 a 3.500 pessoas por dia demandam os serviços do CLC, com uma previsão de um total de 5.000 pessoas, no final de 2006.

O prédio ainda não possui um controle de acesso biológico.

3.9.1 Sistemas de detecção e alarme contra incêndio

Um sistema completo de proteção contra incêndio foi cuidadosamente estudado, pois, além de sinalizar o incêndio, deve indicar o local onde o fogo se manifestou, através de um sistema de alarme e detecção. Um sistema adequado antiincêndio pode ser representado pela figura 3.10.

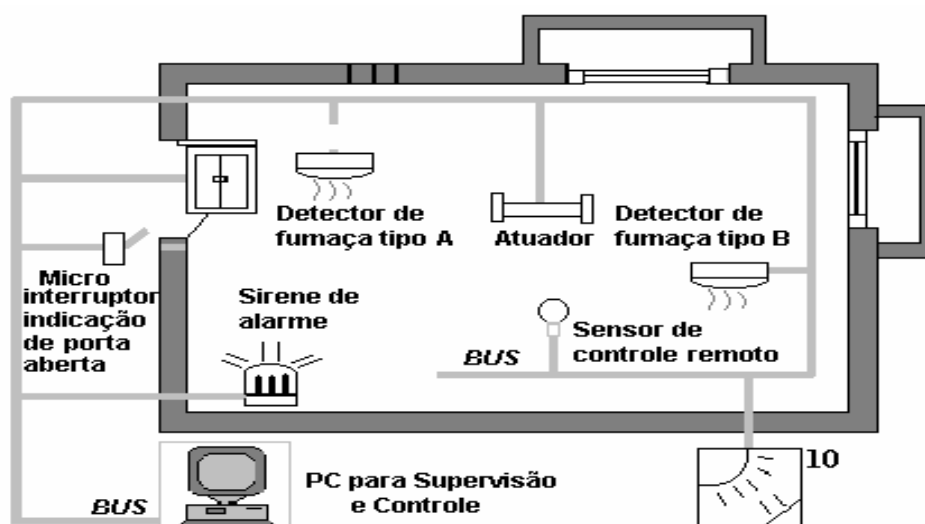


Figura 3.10: Ilustração de uma instalação Antiincêndio e Antipânico
 Fonte: Foto de Célia Diniz Soares Nastrini

No presente caso, foram instalados detectores de incêndio (NBR-9441, 1993) que registram, comparam e medem automaticamente a presença e as variações dos fenômenos ligados ao fogo. A escolha desses detectores foi conduzida pelo projetista, de forma a especificar o mais adequado para cada ambiente, bem como o tipo potencial da combustão que ali possa produzir-se, de modo a combinar a detecção e alarme, para atingir-se um melhor ponto de equilíbrio entre a rapidez de intervenção e um menor número de falsos alarmes.

O centro médico possui do 11 ° ao 20 ° andares (conforme norma do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais) chuveiros automáticos (*sprinklers*), com crivos regadores, destinados a borrifar automaticamente o foco inicial de um princípio de incêndio, impedindo a sua propagação e extinguindo-o.

Eles funcionam somente na vizinhança imediata do incêndio, limitando assim os danos causados pela água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1976).

Esse equipamento conta com os seguintes componentes: tubulações; suportes; válvulas; bicos; alarme; suprimento de água e dispositivos automáticos complementares.

3.9.2 Sistema de acesso e CFTV

O CLC possui controle de abertura e fechamento de todos os acessos e acesso para pessoas portadoras de alguma deficiência, Lei 7853/89, que dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência e sua integração social.

O número de acessos ao Complexo LC é de 06 :

- 01 acesso para a garagem comum ao CLC e ao *Apart Hotel*;
- 01 acesso para o serviço do hospital;
- 01 acesso exclusivo para o Pronto Socorro;
- 01 acesso ao *shopping center*;
- 01 acesso para o *Apart Hotel*;
- 01 acesso principal, comum ao *shopping center*, hospital e salas.

Todos os acessos são monitorados, com gravação de imagens, pelo Circuito Fechado de Televisão.

3.10 Automação predial

No sistema simplesmente automatizado, produz-se uma resposta dentro de uma gama limitada de possibilidades, ordenando automaticamente ao mecanismo correspondente para atuar e controlar uma determinada variável ou função.

O sistema inteligente permite realizar tarefas mais complexas, com tomadas de decisão mais corretas e integradas, por *software* específico.

O Condomínio *Life Center* possui automação predial, com capacidade de controle da iluminação, do sistema de bombas da caixa d'água, do ar condicionado e do sistema de CFTV de filmagem de segurança.

3.11 Sistema de controle supervisório

O Condomínio possui um sistema supervisor, desenvolvido especialmente para o edifício e que controla vários serviços, simultaneamente, utilizando um sistema de comunicação, mais seguro, produtivo e com otimização de custos.

O sistema permite o tráfego de dados e sistemas de gerenciamento do edifício, através da otimização dos seus quatro elementos básicos - estrutura, sistemas, serviços e gestão - e das inter-relações entre eles.

Através do sistema de controle, um único funcionário - supervisor pode controlar e supervisionar um suporte amplo e adequado aos recursos disponíveis no edifício: iluminação, ar condicionado, bombas, controle de acesso, geradores de emergência, sistema hidráulico, etc., através das telas do controle supervisor, figura 3.11.

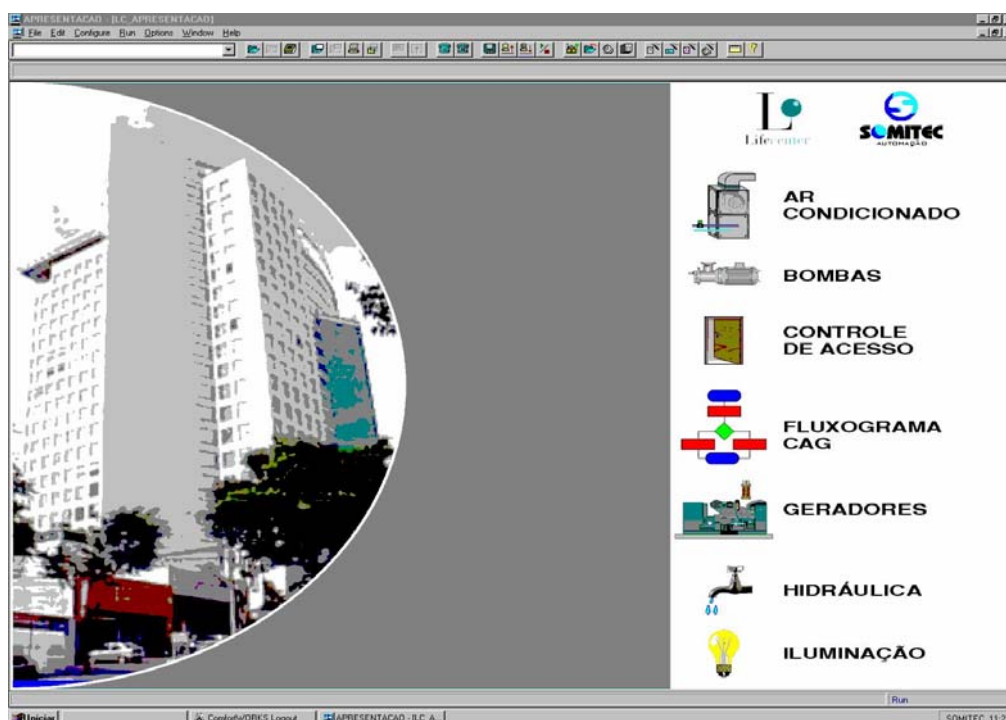


Figura 3.11: Tela geral do sistema supervisor
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

3.12 Cabeamento estruturado

- No CLC a distribuição do cabeamento é feita a partir de uma sala de equipamentos situada no subsolo SS1, no piso da garagem 1, na sala de equipamentos.

Desse ponto deriva o cabeamento vertical em troncos de 50 pares que se distribui por todo o prédio. Este tronco é denominado *back bone* vertical. Ele tem derivações em todos os andares, onde são distribuídas pelas salas, por cabos *Unshielded Twisted Pair* - UTP (cabo de par trançado não blindado), de 4 pares.

Cada sala recebe um cabo de categoria 5e com 4 pares, configurado para trafegar sinal de voz, sinal de dados e sinal de vídeo, um de cada vez.

- Distribuidor geral de telecomunicações (DGT), entrada do *backbone*:

A entrada contém os cabos, *hardware* de conexão, dispositivos de proteção e outros equipamentos exigidos para o edifício. Os equipamentos no interior desta sala podem ser usados para conexões de redes públicas ou privadas.

- **Sala de equipamentos (SEQ):**

A sala de equipamentos de telecomunicações pode ter a mesma localização do distribuidor geral de telecomunicações.

As técnicas de cabeamento que se aplicam aos armários de telecomunicações - AT também aplicam-se às salas de equipamentos.

- **Cabeamento tronco - *backbone*:**

O backbone faz a interconexão entre ATs, salas de equipamentos e facilidades de entrada. Os componentes, envolvidos na distribuição do *backbone*, incluem:

- Cabos do backbone;
- Conexões cruzadas intermediárias e principais;

- Terminações mecânicas;
- Patch cords ou jumpers para conexões backbone – backbone.

Armário de Telecomunicações (AT):

A função primária do armário de telecomunicações é conter terminações de cabos horizontais de todos os tipos reconhecíveis. Conexões cruzadas de terminações horizontais e terminações de *backbone* usando *patch cords* permitem flexibilidade ao estender serviços às saídas e conectores de telecomunicações.

A conexão cruzada intermediária, ou principal, para partes do sistema de cabeamento do *backbone* também pode ser encontrada no AT, separadamente da conexão cruzada horizontal.

- Cabeamento Horizontal:

O cabeamento horizontal é uma parte do sistema de cabeamento de telecomunicações ligando a área de trabalho à conexão cruzada horizontal no Armário de Telecomunicações, figura 3.12. O cabeamento horizontal inclui:

- Cabos de distribuição horizontais;
- Saídas de telecomunicações na área de trabalho;
- Terminação mecânica do cabo de mídia;
- *Patch cords e jumpers* no armário de telecomunicações.

Cabeamento estruturado

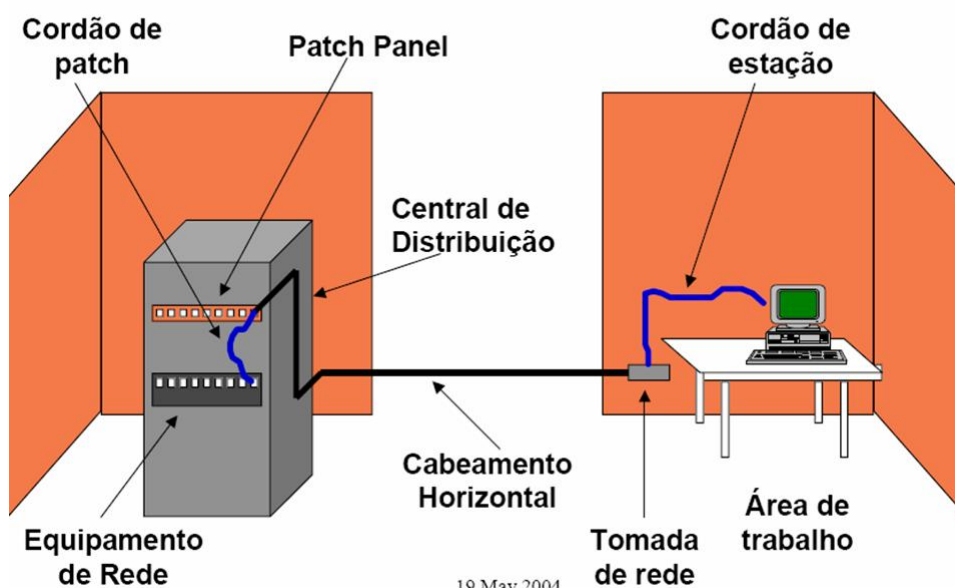


Figura 3.12: Distribuição horizontal da rede de dados do Condomínio.
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

- Área de trabalho - ATR

A área de trabalho é a área de uma rede local onde se localizam as estações de trabalho, os aparelhos de telefônicos e qualquer outro dispositivo de telecomunicações operado pelo usuário.

Os componentes da área de trabalho estão fora do alcance da norma. A área de trabalho é composta por uma grande variedade de equipamentos como telefones, máquinas de fax, terminais de dados e computadores. São genericamente consideradas não-permanentes e passíveis de mudança, características a serem levadas em consideração no projeto.

Para utilizar-se o cabeamento estruturado, segue-se a sequência de cores do padrão A (Europeu) ou do padrão B (Americano).

- Cabo Cruzado – Cross-Over

Conector RJ-45, padrão A, conectado com um conector RJ-45, padrão B.

As cores e a ordem de ligação dos cabos para trafegar dados, voz e imagens são diferentes e normalizadas.

Normalmente, são utilizados conectores RJ-45, com 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 pinos, para rede *Ethernet* e conectores RJ-11, com 3, 4, 5 e 6 pinos, para rede de voz.

4 CONSUMO E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. MODIFICAÇÕES NA ENTRADA DE SUPRIMENTO

4.1 Metodologia para o diagnóstico energético

Para o levantamento do consumo de energia elétrica das áreas comuns do CMH, foram seguidos os seguintes procedimentos:

- Inspeção do local;
- Levantamento das contas mensais de consumo de energia elétrica;
- Observação e levantamento da diversidade de usos finais: conforto ambiental, pelo: sistema de ar condicionado - SAC e aquecimento e iluminação dos ambientes;
- Levantamento da situação atual do consumo de energia elétrica e de propostas de conservação de energia e gerenciamento energético;
- Monitoramento de utilidades, como água, gás, etc.;
- Aspectos de segurança: sistema antiincêndio, controle de acesso e CFTV;
- Comunicação interna e externa;
- Automação e controle supervisorio.

4.1.1 Estimativa de demanda média para o Condomínio (áreas comuns)

TABELA 4.1

Evolução da demanda prevista do CLC

Anos:	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
MW	3,26	3,54	4,29	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89

Fonte: Dados da pesquisa/2006

4.1.2 Estimativa de consumo por usos finais

A desagregação dos consumos por usos finais é uma ferramenta necessária à adoção de sistemas energeticamente eficientes, seja para a iluminação, seja para o ar condicionado, ou para outro segmento qualquer de consumo.

A estimativa dos consumos de energia elétrica, por uso final do Condomínio não é obtida facilmente, devido às diferentes atividades desenvolvidas e aos diferentes regimes de utilização de cada sistema.

Com o conhecimento das áreas construídas, para cada tipo de consumidor, levantamento dos valores das potências instaladas e, estimativa dos tempos de utilização dos equipamentos (SAC, bombas, tomadas, iluminação das áreas comuns, etc.), foi possível levantar a estimativa de distribuição de consumo por uso final.

A estimativa, ilustrada na figura 4.1, foi facilitada pelo fato do SAC ter ficado inativo, por um mês, para manutenção e que neste período a redução global do consumo de energia se situou em um valor próximo a 65%, o que foi atribuído, por estimativa, ao consumo isolado do SAC.

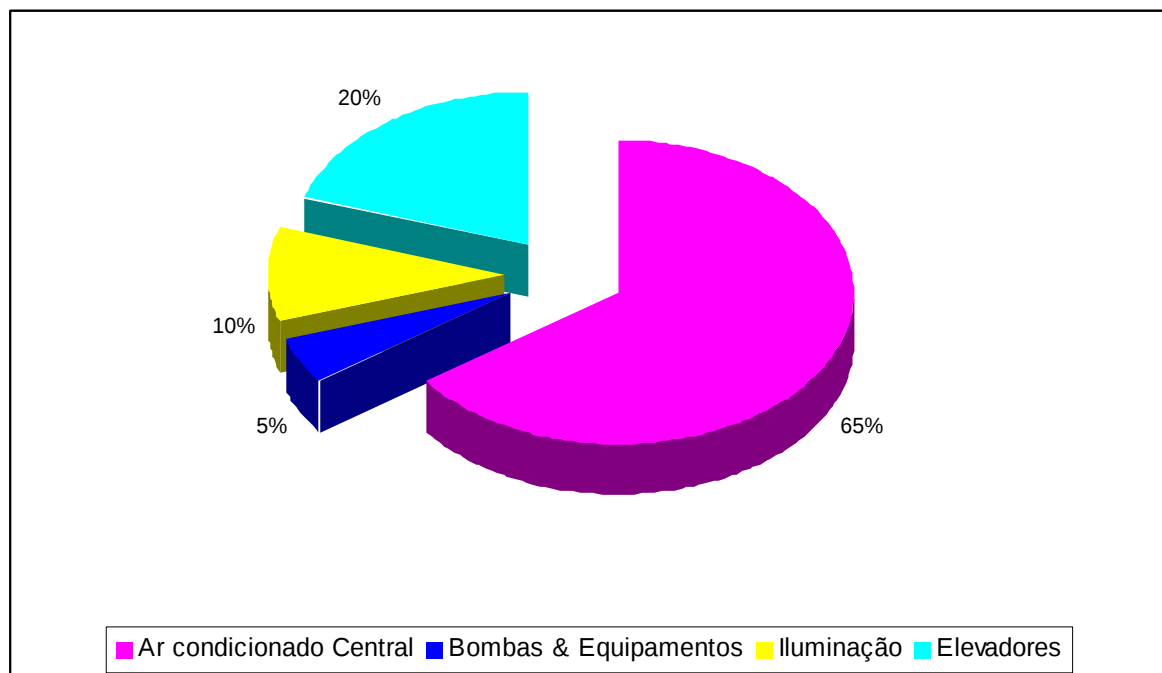


Gráfico 1: Estimativa em % de consumo de energia elétrica por uso final
 Fonte: Dados da pesquisa/2006

O monitoramento da demanda e consumo teve início no final de 1999, mas os valores da época inicial de funcionamento do CLC foram muito irregulares, devido à instalação posterior de novos equipamentos e ocupação lenta e gradativa dos espaços disponíveis. Com a ocupação gradativa do edifício, o consumo de energia do ano de 2004 aumentou de cerca de 13% em relação ao ano de 2003.

No final do ano de 2004, o CLC completou a ocupação de 70% de sua capacidade total.

Por outro lado, a medição dos consumos, no Condomínio, utiliza-se, de 03 medidores (1,2 e 3) e, através da coleta dos dados das contas de energia elétrica, emitidas pela concessionária local, do período que vai de agosto de 2002 a fevereiro de 2005, obteve-se, agrupados, os valores dos kWh consumidos, como indicado no gráfico da figura 4.1.

- **Medidor 1:** Consumo de kWh do SAC (Chiller e Bombas);
- **Medidor 2:** Consumo de kWh de energia elétrica (tomadas, iluminação e áreas comuns) e para o SAC (alguma bombas);
- **Medidor 3:** Consumo de kWh para elevadores + Iluminação de

emergência + Bombas de água potável.

TABELA 4.2

Consumo médio mensal nos anos de 2003 e 2004

Ano	Consumo médio mensal: kWh
2003	218.853,00
2004	247.150,00

Fonte: Dados da pesquisa/2006

TABELA 4.3

Consumo mensal de kWh

Mês	2003	2004	2005
janeiro	334.640	299.800	255.000
fevereiro	250.000	295.000	250.000
março	230.000	290.000	----
abril	240.000	285.000	----
maio	195.000	280.000	----
junho	190000	235000	----
julho	190000	175000	----
agosto	155000	160000	----
setembro	180000	210000	----
outubro	220000	240000	----
novembro	221000	300000	----
dezembro	240000	295000	----

Fonte: Dados da pesquisa/2006

As figuras 4.2 e 4.3 mostram graficamente os valores mensais dos consumos de kWh dos medidores 1, 2 e 3 e sua totalização.

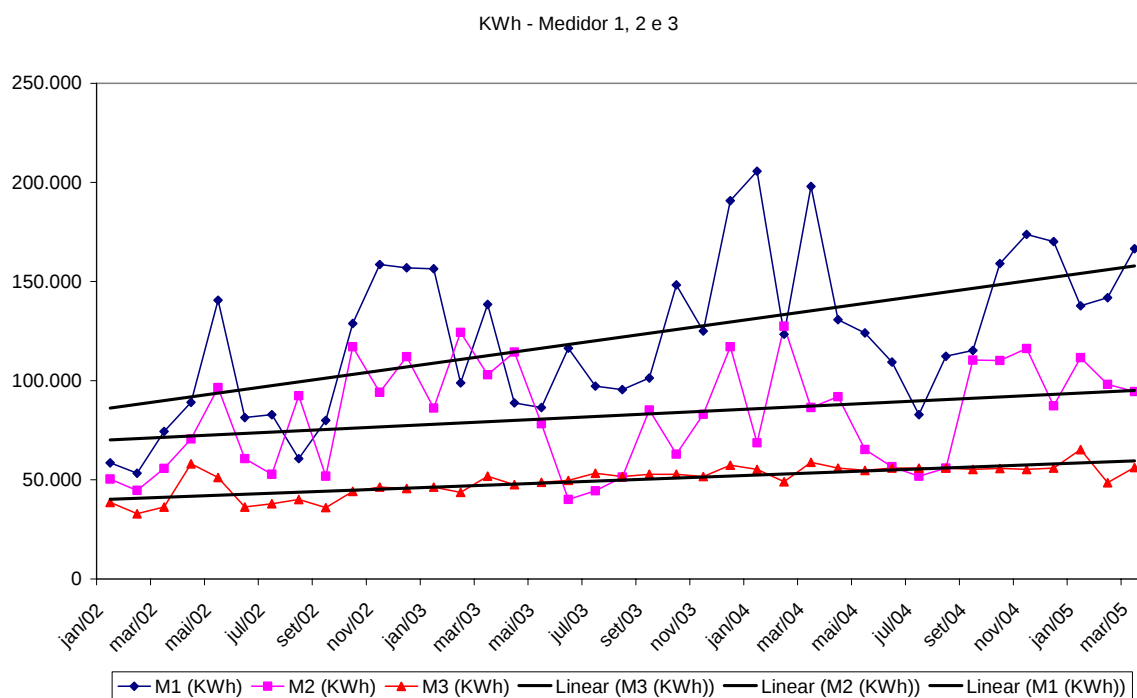


Figura 4.2: Consumo mensal nos medidores 1, 2 e 3, tendências
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

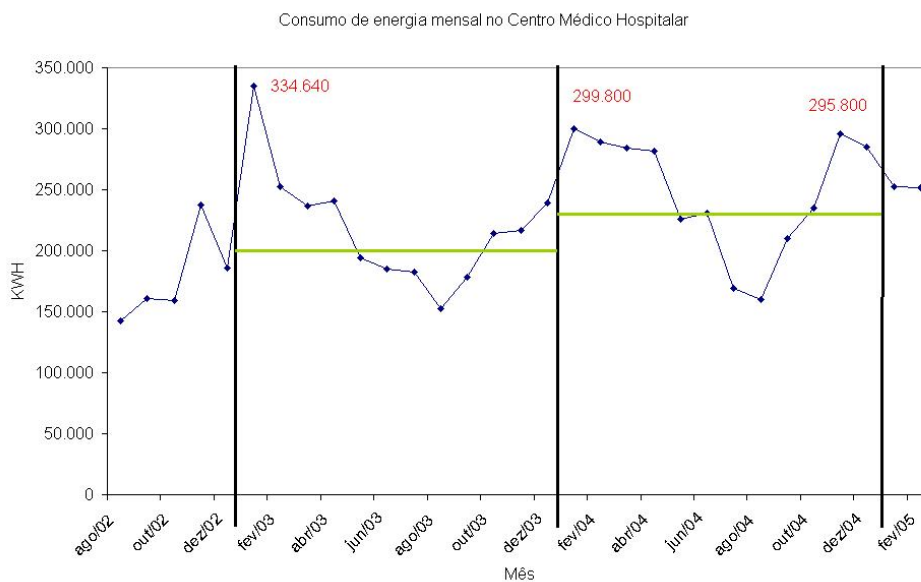


Figura 4.3: Totalização dos medidores 1, 2 e 3
Fonte: Foto de Ivo Henrique de Pádua

Em resumo, os meses de maior consumo no ano de 2003 foram os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro. Para 2004, os meses de maior consumo foram os de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro.

Exatamente, no período sazonal úmido, correspondente aos meses de maior consumo, registraram-se as temperaturas mais elevadas, com maior utilização do SAC, uso final de maior consumo do CLC, como foi estimado e ilustrado pela figura 4.1.

TABELA 4.4

Variação no consumo de energia elétrica, de 2003 a 2004

Mês	% de consumo de energia de 2003 a 2004	
Janeiro	Redução de	-10%
Fevereiro	Aumento de	14%
Março	Aumento de	20%
Abril	Aumento de	17%
Maio	Aumento de	17%
Junho	Aumento de	25%
Julho	Redução de	-8%
Agosto	Aumento de	5%
Setembro	Aumento de	17%
Outubro	Aumento de	10%
Novembro	Aumento de	37%
Dezembro	Aumento de	19%

Fonte: Dados da pesquisa/2006

De uma maneira geral, houve um aumento considerável do consumo, podendo-se explicá-lo pela maior ocupação dos espaços. Em janeiro de 2004, procedeu-se ao desligamento da iluminação eventual natalina, como medida de contenção de despesas do condomínio.

Em janeiro de 2005, reduziu-se o consumo de kWh, com o SAC operando somente com uma máquina de água gelada, em vez de duas.

Por outro lado, passou-se a desligar a iluminação, em sua quase totalidade, assim como o SAC, às 20:00 h, em vez de às 22:00 h. Essas iniciativas levaram à uma redução sensível dos consumos de janeiro e fevereiro de 2005, em relação aos mesmos meses de 2004, tabela 4.4.

TABELA 4.5
Redução do consumo de energia, de 2004 para 2005

Mês	% de consumo de kWh, de 2004 para 2005
janeiro	Redução de 16%
fevereiro	Redução de 13%

Fonte: Dados da pesquisa/2006

4.2 Propostas de modificação da entrada de energia

Desde a construção do *Complexo Life Center*, a solução encontrada pela concessionária local, para o suprimento de energia, compreendia uma entrada única, a partir da Rede Subterrânea, medições em baixa tensão e Tarifação Monômnia em B.T.

A Câmara Transformadora 01 de alimentação do *Apart Hotel* (Bloco 2) não interfere eletricamente nos Blocos 1 e 3 e não será modificada, permanecendo como foi instalada.

Atendendo o pleito do *Condomínio Life Center*, de se criar uma alimentação, por fonte única de energia independente, em média tensão - 13,8 kV, para o Hospital, Tarifa Horo - Sazonal Azul, a partir da instalação anterior da Câmara Transformadora 02, procedeu-se à:

- 1)- Separação das cargas comuns das áreas de uso exclusivo do Hospital:
 - Transferência interna da alimentação dos elevadores para o Quadro Geral do Hospital;
 - Transferência da iluminação do Hall de acesso dos andares para circuitos de QDC exclusivo do Hospital;
 - Para alguma outra carga comum de uso exclusivo do Hospital conectada ao condomínio, essa também deverá ser transferida;
 - Separação física do hall de entrada com a criação de um acesso exclusivo para o Hospital.
- 2)- Individualização da alimentação dos transformadores 5 e 9 da Câmara Transformadora 02 e transformadores 6 e 7 da Câmara Transformadora 01, criando uma derivação independente, a partir dos blocos de conexão existentes no Box do

transformador 9;

3)- Adequação da medição do Hospital, com a transferência das cargas a serem absorvidas e criação de nova medição em média tensão, com a instalação de um painel de proteção e medição, exclusivo para esse fim;

.4)- Inclusão da carga correspondente à central do Sistema de Ar Condicionado - SAC na medição do Hospital, sendo feitas as adequações elétricas necessárias.

Assim, a tabela 4.5 mostra a situação existente da distribuição da carga, no início do ano de 2004, para o Hospital, condomínio de consultórios, garagens e salas mais as lojas. As tabelas 4.6 e 4.7 mostram a nova proposta de alimentação, com separação da alimentação do Hospital (incluindo o SAC) e o restante do Condomínio *Life Center*.

TABELA 4.6

Distribuição das cargas e transformadores para entrada única

Carga	MVA	Transformador	Potência
Hospital	0,8504	T5 + T9	1,00 MVA
Consultórios	1,8604	T6 + T7 + T8	2,25 MVA
Garagens	0,0925		
Sala e Lojas	1,2276	T3 + T4	1,00 MVA
Total	4,0309		4,25 MVA

Fonte: Dados da pesquisa/2006

TABELA 4.7

Situação Modificada. Entrada de 13,8 kV para o Hospital e SAC

Carga	MVA	Transformadores	Potência
Hospital	0,9504	T5 + T9	1,00 MVA
Central do SAC	1,4416	T6 + T7	1,50 MVA

Fonte: Dados da pesquisa/2006

TABELA 4.8

Entrada mantida para o Condomínio, garagens, salas e lojas

Carga	MVA	Transformadores	Potência
Condomínio	0,3188	T8	0,750 MVA
Garagens	0,9250		
Salas e Lojas	1,2276	T3 + T4	1,000 MVA

Fonte: Dados da pesquisa/2006

Para executar as modificações, parte dos barramentos existentes na instalação inicial da Câmara 02 foi reaproveitada e parte teve que ser nova.

Por opção de segurança, separou-se a medição do bloco cirúrgico, medidor 1, do restante do Hospital, medidor 2, com medição de consumo totalizado, por um terceiro medidor, medidor 3, ao lado dos medidores de kWh , 1 e 2.

A distribuição interna para o atendimento ao Hospital é feita por sistema bus-way, barramentos blindados, a partir de um Quadro de Baixa Tensão - QBT, localizado no nível da garagem.

A separação física do Hospital, para o restante da instalação que serve aos consultórios particulares, se dá por divisórias de vidro.

Assim, teve-se que proceder ao remanejamento das cargas de iluminação dos halls de acesso a cada andar, elevadores e Sistema de Ar Condicionado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma diferenciação entre “edifícios de alta tecnologia” e os chamados “edifícios inteligentes”. Os primeiros são aqueles equipados com todos os recursos eletrônicos para gerenciamento e controle de sistemas, visando basicamente a redução dos custos operacionais, a segurança patrimonial e a prevenção de incêndios.

Já os *Edifícios Inteligentes* procuram atender plenamente as necessidades dos usuários e baseiam - se na modulação, na flexibilidade da planta e das instalações, para que o edifício seja adaptável ao perfil de usuário e à inovação tecnológica, na sua inserção no contexto de uma sociedade urbana sofisticada, em diversas condições climáticas por sua natureza, mutáveis, nos projetos técnicos específicos que procuram suprir as necessidades de conforto ambiental e segurança, na especificação de sistemas construtivos e materiais que contribuam para o alto desempenho da edificação.

Desde o princípio, o *Edifício Inteligente* deveria ser concebido por um comitê interdisciplinar encarregado de pensar, na sua utilidade presente e na sua adaptabilidade futura, com a finalidade de melhorar o dia-a-dia de quem o ocupa e de aumentar a produtividade das corporações, dos profissionais usuários, da clientela externa e do pessoal encarregado de sua manutenção.

O pensar à frente, também, na possível e prematura obsolescência dos equipamentos e sistemas, sujeitos à crescente evolução tecnológica ocorrida nos últimos anos, é um dos critérios da concepção e implantação de funções e sistemas.

Tudo isso, com um custo menor, no tempo, pois o *Edifício Inteligente*, desde o início, poderá apresentar um retorno do capital suplementar em prazos cada vez mais reduzidos.

Na caracterização dos *Edifícios Inteligentes*, procurou-se apresentar a sua evolução histórica, sua definição, a multidisciplinaridade da sua concepção construtiva, das funções a serem integradas e dos fatores econômicos do seu gerenciamento.

O Condomínio *Life - Center*, hoje caracterizado pelo Centro Médico Hospitalar - CMH, com os Blocos 1 (Hospital com 200 leitos) e 3 (Consultórios e serviços) é um *Edifício Inteligente*, desde a sua concepção arquitetônica até suas funcionalidades operacionais, pelo realce da estrutura dos serviços que o integram, as suas funções básicas e as suas interações.

Inicialmente, alimentado em baixa tensão pela concessionária local, procedeu-se à análise dos consumos medidos de energia elétrica, nas áreas comuns, para os anos de 2003 e 2004 e início de 2005, conseguindo-se uma redução significativa nos seus valores, por ações realizadas no Sistema de Ar Condicionado - SAC e de iluminação.

A análise foi dificultada pelo fato do Condomínio estar sendo gradativamente ocupado, com grande variação de utilização de suas áreas e espaços e circulação crescente de clientes, nas áreas comuns, em direção às espaços comerciais, aos consultórios e Hospital.

Naturalmente, os consumos energéticos das áreas específicas não foram analisados, pela particularidade de utilização de cada uma dessas áreas e pela multiplicidade de propostas de ambientes iluminados, diferenciados e específicos para cada utilização.

Em um segundo tempo, procedeu-se à uma série de modificações substanciais na distribuição das cargas nas áreas comuns, a partir de proposta encaminhada pelo Hospital, com a finalidade deste ser contemplado com fonte de energia independente em média tensão, de 13,8 kV (Tarifa Binômia).

As modificações foram realizadas, com alterações nas câmaras transformadoras, readequação (*retrofit*) dos circuitos de alimentação, separando-se a medição das cargas exclusivas do Hospital, das outras cargas comuns e, introduzindo modificações na distribuição dos encargos mensais devido à utilização diferenciada do sistema de ar condicionado central.

Hoje, existe a necessidade de se proceder à medição separada do consumo e demanda, para os Blocos 1 e 2, para a identificação das possibilidades de serem tomadas novas iniciativas de conservação de energia, sobretudo pela identificação dos consumos diferenciados por usos finais, no que se relaciona com os sistemas de ar condicionado, iluminação, elevadores, bombas, etc.

Para a identificação dos setores onde, ainda, se poderia obter a

racionalização do uso de energia elétrica, sem prejudicar o conforto, segurança, etc., o uso racional do consumo de água e outras economias possíveis, seria necessária a medição sistemática desses consumos, durante um intervalo de tempo maior, pelo menos por dois anos, para poder-se detectar, com segurança, as variações sazonais de consumo e demanda.

Por outro lado, alguns aspectos ligados à qualidade da energia elétrica - QEE da energia suprida não foram abordados neste trabalho, bem como as alterações dessa qualidade introduzidas pelas cargas não lineares do próprio Condomínio e possíveis variações da QEE global, para os diversos ciclos de carga do mesmo.

REFERÊNCIAS

ABILUX, 1996. Projetos Arquitetônicos adequados reduzem consumo de energia até 60%. Associação Brasileira da Indústria da Iluminação. *Jornal ABILUX*, ano 6, n. 62, p. 4, 1996. Disponível em <<http://www.abilux.com.br/jornal.asp>> Acesso em: 15 set. 2006.

AGUIAR, João Carlos R.; RODRIGUES, Pierre Teixeira; MAIA, Ana Cristina B. Automação e uso de energia em edifícios: novas relações e possibilidades. **Eletricidade Moderna**, v.26, n.292, p.178-184, jul. 1998.

ALVES, Marcos Roberto. **Readequação de sistemas de ar condicionado visando maior eficiência energética**. 2004. 99f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

ALMEIDA, Luiz Cruz de., ALVES, Cláudio Jorge Pinto Alves. Edifícios Inteligentes & Aeroportos Inteligentes. Disponível em: <<http://www.edificiointeligente.com.br/artigos.htm#topo>> Acesso em: 18 set. 2006.

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE. Disponível em <<http://www.ansi.org/>> Acesso em: 15 set. 2006.

Análises de custos na escolha do tipo de motor para acionamento de bombas em áreas irrigadas. Disponível em <[www.cemig.com.br/Tarifas de Energia](http://www.cemig.com.br/Tarifas%20de%20Energia)> Acesso em: 13 fev. 2004

ARRILLAGA, Jos. et al. **Power system harmonic analysis**. Chichester: Wiley, 1998.

ASHRAE, **American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc. Technical Data Bulletin Intelligent Buildings**. Ashrae Winter Meeting. Dallas, U.S.A., Jan. 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. BR1413: Iluminância de interiores Especificação. Rio de Janeiro: ABNT. [s.d.]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 5410**: Rio de Janeiro:

ABNT, [s.d.]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB-76: côm na segurança do trabalho.** [Rio de Janeiro]: ABNT, 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 1313: Níveis de iluminamento. Rio de Janeiro: ABNT, [s.d.]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14565: Cabeamento de Telecomunicações. Rio de Janeiro: ABNT, [s.d.]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8674: execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio com água nebulizada para transformadores e reatores de potência.** [Rio de Janeiro]: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9441: NBR 9441. Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio.** Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BALDELIN, C. E. A., Os efeitos do Racionamento de Energia Elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no Consumo de Energia Elétrica. 2004. **113f.** Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo.

BOLZANI, Bolzani. **Residências Inteligentes.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004, 332p.

CAVALCANTI, Corcuera. Arquitetura e gerenciamento. Disponível em< <http://www.geocities.com/dcorcuera/>> Acesso em: 18 set. 2006.

COELHO, D. Automação predial e residencial. **Revista Intech Brasil.** São Paulo, p. 8-15, 5 maio/2001.

DUGAN, Roger C. **Electrical power systems quality.** 2nd ed. New York: McGraw Hill, 1996.

Edifício inteligente. Disponível em< www.edificiointeligente.com.br> Acesso em: 18 mar. 2002

GONÇALVES, Eduardo Henrique. **Racionamento de energia elétrica ou racionalização : um caso exemplar**. 2002. 183f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

GRAÇA, M.A., SEIXAS, C., BETTONI, R.L., Objetivos e metas estabelecidas em edificações inteligentes. **Manual da ATAN Consultoria**, dez. 2001.

IEEE Std 802.3z-1998 was formally approved by the IEEE Standards Board on June 25th, 1998. IEEE Std 802.3z

IEEE Std. 2411990-613 – Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings, 1990. Revision of IEEE Std. 241-1983. Disponível em <www.ieeexplore.ieee.org> Acesso em: 29 set. 2006

INTELLIGENT BUILDINGS INSTITUTE – IBI 1986. Disponível em<<http://www.ibuilding.gr/definitions.html>> Acesso em 5 abr. 2004.

LIMA, N. P. Evolução, características e tendências dos sistemas de gerenciamento de edificações. **Rev. Eletricidade Moderna**, São Paulo, maio, 1998.

LOBO, L. Integração de ambientes prediais, automação e telecomunicações, **Revista Infra**, São Paulo, p. 48-49, maio, 2001.

MALUF, A. J., et al. Integração de Redes Locais e Barramentos de Campo nos Edifícios Inteligentes, **Revista Eletricidade Moderna**, fev. 1995.

NASTRINI, Célia Diniz Soares. **Edifícios inteligentes**. 1999. 184f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

PEA2402 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. Disponível em< www.procobrebrasil.org> Acesso em: 25 maio 2004

PINTO, J. R., Utilização racional da energia elétrica em instalações elétricas comerciais empregando sistemas de automação. 2000. 133f. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em<<http://dedalus.usp.br:4500/ALEPH/POR/USP/USP/PROD/FULL/1088817>> Acesso em: 25 maio 2004.

PRADO, R. T. A. V Energia, Readequação Tecnológica de Edifícios e Automação Predial. In: V Encontro Nacional de Instalações Elétricas. Anais. São Paulo, 1996.

PRADO, Racine T. A. Readequação tecnologica de edificios para a conservacao de energia. **Eletricidade Moderna**, v.26, n.292 , p.164-177, jul. 1998.

REGINO, Arli Alves. **Conservação de energia elétrica através da readequação do sistema de iluminação**. 2002. 189f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

ROMERO, M. A. **Conservação de Energia e Arquitetura**: dois Conceitos Inseparáveis. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, 2000.

SCALITER, A., et al. **Interrelación entre domótica y calidad en el diseño de edificios inteligentes y energéticamente eficientes**. In: V Encontro Nacional e II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza, 1999.

SEGURANÇA e medicina do trabalho. 23. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

Siemens Fornece Sistema de Gestão de Edifícios Inteligentes. Fevereiro 1997 – Disponível em: <[http:// www.siemens.pt/news/press/ps74.html](http://www.siemens.pt/news/press/ps74.html)> Acesso em: 25 jun. 2003

The world's leading professional association for the advancement of technology. Disponível em< www.ieee.org> Acesso em 15 set.2006

GLOSSÁRIO

Bus

1. Conjunto de sinais que definem um padrão de interface entre os módulos de um sistema computacional.
2. Barramento: conjunto de condutores utilizados para interconexão física de módulos de um sistema computacional.

Configuração

1. Entrada de dados e parametrização de um software genérico para uma aplicação específica.
2. Conjunto de equipamentos que compõem o hardware de um sistema digital.
3. Representação gráfica da concepção de um sistema de automação.

Controlador Lógico Programável

Dispositivo em estado sólido, com memória programável pelo usuário, composto basicamente de unidade central de processamento e dispositivos de entrada e saída. Tem por objetivo adquirir dados de um processo, processá-los através de uma lógica de programa e atuar no processo por meio dos dispositivos de saída. Conhecido pelas siglas CP, CLP e PLC.

CSMA/CD

Sigla para Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection.

Método de controle de acesso a uma rede de comunicação de dados, padronizado pela norma IEEE 802.3, onde cada participante da rede executa o seguinte algoritmo simplificado:

- a) enquanto houver portadora escutar o meio de transmissão;
- b) na ausência da portadora tentar transmitir;
- c) havendo colisão esperar tempo aleatório e tentar retransmitir.

Digital

1. Característica de um sinal que apresenta valores binários, no tempo.
2. Representação de uma grandeza física através de valores binários (0 ou 1), no tempo.

Estação de Operação

Conjunto de *hardware* e *software* destinado à operação e monitoração de um processo.

Estação de Trabalho

Definição genérica para um conjunto de *hardware* e *software* que pode atuar como estação de operação e/ou estação de engenharia.

Ethernet

Rede local de computadores, com protocolo de acesso ao meio do tipo CSMA/CD, desenvolvida pela Xerox, em consórcio com a Intel e DEC, que se transformou em um padrão de mercado.

Fieldbus

Padrão de troca de dados entre instrumentos de campo (sensores e atuadores) e de interface Homem-Máquina.

Gateway

Dispositivo que permite a conectividade entre redes distintas através de conversão de protocolos de comunicação.

Help

Função de auxílio ao usuário de um determinado sistema que, normalmente, apresenta, no vídeo, textos explicativos sobre a função ativa no momento de sua atuação.

Ícone

Representação gráfica de uma função, aplicativo, arquivo ou diretório, usando recurso de associação de idéias.

IHM

Interface Homem-Máquina.

Integração de Sistemas

1. No nível de serviços: gerenciamento, compatibilização e responsabilidade pelo fornecimento de serviços e equipamentos/componentes individuais para formar um sistema completo de automação e perfeitamente ajustado.
2. No nível de *hardware/software*: interligação de todos os níveis que compõem um sistema de automação, desde o campo até o nível gerencial, através de *hardware* e *software*, de tal forma que haja a circulação das informações necessárias entre os diversos níveis.

Inteligência Artificial

Conjunto de tecnologias computacionais que tem por objetivo resolver problemas, simulando o raciocínio e a inteligência humana. Seus principais ramos são os Sistemas Especialistas, as Redes Neurais e Processamento Simbólico.

Interface Homem-Máquina

Qualquer recurso de *hardware* e/ou *software* que permite a interação do operador com o processo controlado.

Interface Paralela

Interface que permite transmissão de dados (grupo de *bits*), simultaneamente, através de meio físico ou canal múltiplo.

Interface Serial

Interface que permite transmissão de dados (*bits* ou grupos de *bits*) seqüencialmente, através de meio físico ou canal único.

Janela

Recurso de *software* utilizado na Interface Homem-Máquina que consiste na sobreposição de parte da imagem exibida em uma tela por uma outra imagem (janela) de utilização temporária, para exibir novas informações e que ao ser “fechada” reconstitui as imagens que foram inicialmente sobrepostas.

LAN

Sigla para *Local Area Network*.
Ver Rede Local.

Local

Em sistemas de automação, um sistema é dito “local”, quando está fisicamente junto à unidade de controle, ao processador ou equipamento controlado.

Local Area Network

Ver Rede Local.

Menu

Função de Interface Homem-Máquina, onde as opções disponíveis ao operador são listadas em uma tela de vídeo ou equivalente, devendo o operador selecionar a opção desejada.

Mestre

Dispositivo que detém a capacidade de iniciar um processo de troca de dados, em um sistema onde diversos dispositivos comunicam entre si.

Modelamento

Simulação matemática de um processo real com a finalidade de estudar o comportamento desse processo e/ou possibilitar o seu controle.

Modem

Dispositivo utilizado para modular e demodular sinais elétricos, sendo usado na transferência de dados entre computadores ou periféricos, normalmente através de sistemas telefônicos.

Monitor de Vídeo

Vídeo acoplado ao computador ou sistema, sem qualquer processamento próprio, utilizado para saída de dados.

Panning

Operação gráfica onde uma janela se desloca sobre a imagem ou desenho, dando a sensação, no vídeo, de que a imagem é que se desloca.

PC

Sigla para *Personal Computer*.
Computador de uso pessoal.

Periférico

Dispositivo acessório de um sistema computacional, usado normalmente para entrada, saída ou armazenamento de dados, destacado do corpo do processador principal do sistema.

Placa de Comunicação

Qualquer cartão eletrônico destinado ao interfaceamento de dados entre dois

equipamentos eletrônicos para fins de monitoração, controle, etc.

PLC

Sigla para *Programmable Logic Controller*.

Ver controlador Lógico Programável.

Protocolo

Conjunto de regras que regem as trocas de mensagens entre dois ou mais sistemas computacionais, no que se refere a formato das mensagens, código de verificação de integridade, reconhecimento, acesso ao meio físico, tempos de espera, etc.

Rede de Comunicação

Conjunto de software e hardware (inclusive o meio físico para transmissão de sinais) utilizado para permitir o intercâmbio de dados entre sistemas computacionais.

Rede Local

Rede de comunicação de dados entre sistemas computacionais de pequena extensão física.

Remoto

Em sistemas de automação, um dispositivo é dito “remoto”, quando está fisicamente separado da unidade de controle ou processador.

RJ45

Registered Jack 45

Os conectores RJ45 são utilizados como interface física para conectar redes de cabeamento estruturado (categorias 4, 5, 5e e 6). RJ é um acrônimo, *Registered Jack*, utilizado no código Federal de Regulamentos Americano. Este conector possui 08 pinos ou conexões elétricas. É utilizado normalmente com os padrões EIA/TIA-568N, que definem a disposição dos pinos.

Scada

Sigla para *Supervisory Control And Data Acquisition*.

Sistema de Controle e Aquisição de Dados.

Sistema de supervisão e controle de processos, composto de remotas para simples interfaceamento com o processo (entrada e saída de sinais digitais e analógicos), interligadas à uma unidade central de processamento, controle, gerenciamento de dados e Interface Homem-Máquina. Difere do SDCD pelo fato de as suas remotas não possuírem processamento autônomo capaz de realizar funções de controle.

SDCD

Sistema Digital de Controle Distribuído.

Sistema de controle que utiliza o conceito de processamento distribuído. É composto de unidades remotas autônomas para aquisição e controle de variáveis de processo, interligadas a uma unidade central de processamento, gerenciamento de dados e Interface Homem-Máquina.

Sinótico

Representação gráfica de um processo ou parte dele, contendo informações sobre o estado de equipamentos e variáveis de processo, atualizadas dinamicamente.

Sistema Especialista

Software que utiliza regras e fatos que simulam o raciocínio e experiência de especialistas humanos, visando melhorar a tomada de decisões para um determinado processo. Especialista, porque incorpora o raciocínio e a experiência de um *expert* no processo em questão.

Sistema Supervisório

Sistema digital cujas principais funções são a coleta e armazenamento de dados do processo e geração de informações adicionais para análises operacional e gerencial, tais como relatórios, gráficos, registros, históricos, tendências, dados estatísticos, etc.

Unidade Terminal Remota

Dispositivo de controle e/ou aquisição de dados de processo que se interliga a um sistema central, enviando e recebendo dados e que se caracteriza por estar fisicamente distante deste.

Conhecida pelas siglas UTR, RTU ou simplesmente Remota.

Workstation

Refere-se usualmente a uma classe de computadores cujo processador utiliza tecnologia RISC (*Reduced Instructions Set Computer*) e sistema operacional *UNIX*.

ANEXO A - AR CONDICIONADO

O princípio de funcionamento de um sistema de ar condicionado central - SAC Central é definido como um sistema “indireto”, onde se usa a água, ou um fluido intermediário para trocar calor com o ar e depois com o ambiente, diferente do sistema convencional (tipo janela), onde a expansão direta do gás troca calor com o ambiente. Para grandes espaços e volumes o SAC Central é mais econômico e eficiente.

Em um SAC Central existem basicamente dois subsistemas: a Central de Água Gelada - CAG e os *fancoils* – condicionadores de ar ambiente.

Por sua vez, a CAG é subdividida em três subsistemas: primário, secundário e condensação. O consumo da centrífuga é de 0,4 kW por Tonelada de Refrigeração – TR, sendo de 330 TR cada máquina, no caso exemplo.

Com os equipamentos à plena carga, tem-se um aumento da eficiência.

O SAC Central a ar tem a vantagem de não perder água tratada, por evaporação, como no caso do SAC Central a água.

- Sistema Primário-BAGPs:

O subsistema primário compreende as centrífugas e bombas de água gelada primária - BAGPs.

Existem dois tipos de máquinas de água gelada - *chillers*: a ar e a água.

Os *chillers* a ar são instalados em ambiente externo e possuem além dos compressores do gás refrigerante, ventiladores que trocam o calor do gás com o ambiente externo.

Os *chillers* a água necessitam de bombas de condensação e torres de resfriamento que fazem o mesmo papel dos ventiladores dos *chillers* a ar.

A centrífuga gela a água que vai ser enviada para os *fancoils*. O refrigerante utilizado pelas centrífugas é o gás 134^A, ecológico. Em nenhum momento a água gelada entra em contato com este gás.

Através das BAGPs, a água mais quente circula pelas tubulações da CAG, passando pelas centrífugas.

Dentro da centrífuga existe uma série de tubos onde passa o gás refrigerante. Esses tubos estão em contato com a tubulação de água que passa dentro da CAG e pelos princípios da termodinâmica, o gás refrigerante absorve o calor da água, fazendo com que a mesma saia mais fria da respectiva centrífuga.

Cada centrífuga possui o mesmo *setpoint* (valor desejado) no qual o operador ajusta o valor desejado de água gelada. Usualmente, este valor varia entre 5 e 10 °C. Valores abaixo de 5 °C podem congelar a tubulação dentro da máquina e acima de 10 °C podem comprometer a eficiência do sistema definido pelo projetista.

Os sistemas de ar condicionado central são projetados para trabalhar com *setpoint* de 5 a 7°C, sendo que este valor pode variar para cada tipo de edificação e também pela localização geográfica do edifício.

As centrífugas esfriam a água até que a temperatura de saída (saída da centrífuga) atinja o valor de *setpoint*. Após a água gelada atingir este valor, o sistema secundário poderá entrar em funcionamento e bombear a água para os *fancoils* (Sistema de termo acumulação).

As bombas primárias ficam ligadas durante todo o tempo, pois caso contrário a água congelaria dentro da centrífuga.

Além de circular a água dentro da CAG, as bombas primárias são também as responsáveis por bombear a água aquecida de volta dos *fancoils*, para ser resfriada novamente pelas centrífugas. Isto acontece no sistema primário, onde os *fancoils* são responsáveis pela vazão variável, pertencendo ao sistema secundário (BAGS - Bombas de Água Gelada do Sistema Secundário).

Para o bom funcionamento das centrífugas é necessário que as bombas de água gelada primária, as bombas de água secundária estejam acionadas e que as válvulas de bloqueio de água gelada e água de condensação estejam abertas. Estas válvulas são motorizadas e do tipo automáticas, sendo o seu período de abertura e/ou fechamento de no máximo 3 segundos.

- Sistema secundário

O subsistema secundário é composto pelas bombas de água gelada secundária e pelos *fancoils*.

As centrífugas gelam a água necessária para circular nas serpentinas dos *fancoils* que, por sua vez, vão trocar calor com o meio ambiente. Esta água chega

até os *fancoils*, através das bombas de água gelada secundárias (BAGSS).

O controle de ar condicionado possui sensor de segurança, com alarmes de sobrecarga, podendo ser acionados por curto circuito no motor ou por estar vedado o retorno (no caso de obstrução na tubulação).

- Sistema de condensação

O subsistema de condensação da centrífuga é compreendido pelas bombas de água de condensação e pelas torres de refrigeração. O calor da água que retorna das centrífugas é absorvido pelo gás refrigerante. Por sua vez, este calor é absorvido pela água de condensação que é bombeada pelas bombas de água condensada das centrífugas até as torres de resfriamento. Pelo mesmo princípio, as torres trocam calor com o ambiente, retornando água mais fria para as centrífugas.

A média da temperatura da água de entrada das torres é de 30 a 32°C e esta temperatura é reduzida para um valor médio de 29°C. Este valor é o suficiente para a troca de calor com o gás refrigerante.

O local de instalação das torres é sempre em ambiente externo, descoberto, com os ventiladores dispostos horizontalmente, “soprando” o ar para cima.

Estas torres podem ser instaladas em uma sala fechada e o ventilador deve estar em contato com o ambiente externo.

Uma das vantagens de uma CAG a água é o menor ruído gerado pelas máquinas. O ruído gerado pelas torres é basicamente o dos motores dos ventiladores, hoje em dia bastante silenciosos.

- Funcionamento das torres de resfriamento

Através de um sensor, a temperatura na saída da tubulação das torres é monitorada durante todo o tempo. Se este valor estiver acima de 29°C, a água é bombeada da centrífuga, entrando na torre pela parte superior. O ventilador é então ligado e a água troca o calor com o meio ambiente.

Mesmo que o ambiente esteja mais quente que a água, o que é muito comum em regiões de clima quente e, sobretudo no verão, a troca de calor é feita

pelo princípio da entalpia.

Os ventiladores das torres não funcionam todo o tempo, somente as bombas de condensação. Apenas quando o valor da temperatura de saída da água das torres ultrapassa o valor de *setpoint* é que os ventiladores das torres são ligados.

O ar condicionado central atua, em geral, no modo econômico. A centrífuga não é usada em sua totalidade, pois se desliga automaticamente de acordo com a seqüência de desligamento percentual de funcionamento: 75%, 50% e 25%.

ANEXO B - Sistema de vigilância CFTV:

Câmeras e monitores são os componentes básicos de um sistema de vigilância.

- Câmeras e monitores

Existem câmeras do tamanho de uma caixa de fósforos e outras grandes, de uso profissional. Se vão ficar expostas à chuva e ao sol deverão ser instalados os modelos adequados a este fim. Uma boa opção é o uso de caixas de alumínio ou outros materiais para abrigar a câmera, o que facilita inclusive o aproveitamento de modelos normalmente usados em locais protegidos para áreas externas.

Algumas câmeras são dotadas de detector de movimento. Elas podem inclusive emitir um som quando alguém se aproximar ou acionar a gravação da imagem em um videocassete ou HD de um PC, se o sistema for digital.

As câmeras coloridas permitem identificar mais rapidamente pessoas e objetos, sendo, em contrapartida, muito menos sensíveis, quando operam com pouca luminosidade.

As câmeras, nas cores preto e branco, capturam bem as imagens em condições críticas de luminosidade (menos de 0,3 lux), sendo recomendadas para sistemas de vigilância 24 horas.

Algumas possuem controle de *zoom*, por meios ópticos ou digitais. O correto posicionamento também é fundamental. A maior parte das câmeras tem lentes fixas e elas não são projetadas para "enxergar" pessoas ou objetos posicionados em lugares distantes. Em geral, utiliza-se uma distância de 2 a 6 metros entre as lentes e a área de monitoramento.

As câmeras de CFTV, normalmente, são constituídas de um sensor de imagem Charge Couple Device – CCD, que é um circuito integrado com elementos fotossensíveis fabricados nas dimensões 1/3", 1/2", 2/3" e 1" (polegadas); estas dimensões passaram a ser utilizadas como tamanho das câmeras que utilizam estes elementos.

Com a redução do tamanho dos sensores e da eletrônica, na montagem dos

equipamentos eletrônicos, obteve-se uma redução substancial nas dimensões físicas externas, satisfazendo as exigências dos arquitetos com relação à estética destes equipamentos junto aos edifícios, ou residências.

Quanto aos monitores, existem diversos modelos dedicados exclusivamente às imagens do circuito fechado. Eles apresentam alta resolução de imagens (1000 linhas em 19 polegadas, por exemplo) e várias entradas e saídas de áudio e vídeo VHS e S -VHS (super VHS).

É mais comum fazer-se uma integração entre o CFTV e o sistema de distribuição de vídeo. Assim, os usuários podem visualizar todos os movimentos suspeitos em qualquer uma das TVs, em canais designados para este fim.

Os moduladores de sinais que integram as diversas fontes de Áudio/Vídeo podem ser utilizados para acoplar, em um ou mais canais, as imagens geradas pelo CFTV. Com maior sofisticação, é ainda possível mudar o canal de TV, passando a monitorar-se a imagem do CFTV quando alguém tocar a campainha da casa, ou um sensor de presença detectar algum movimento estranho.

Os cabos coaxiais tipo RG-6 são os mais recomendados na instalação de sistemas de CFTV.

Em algumas circunstâncias, onde é impraticável a passagem dos condutores, pode-se usar um sistema de transmissão sem fio. Os sistemas mais antigos operavam em 900 MHz e a 2.4 GHz, permitindo a transmissão de múltiplos canais, com imagens com boas resoluções. Neste caso, as câmeras são alimentadas, ou por uma fonte DC comum conectada à rede elétrica, ou através de pequenas baterias que suportam o uso contínuo de algumas horas.

- Outros equipamentos de CFTV:

- **Sequenciador:** permite um sequenciamento na visualização das câmeras.

- **Multiplexador:** permite a visualização de varias câmeras ao mesmo tempo, em uma mesma tela. Os modelos atuais para edifícios e residências têm normalmente 16 entradas de vídeo, modo *multiscreen*, com apresentação de 1, 4, 7, 9, 10, 13 ou 16 telas, detector de falta de sinal de vídeo e funções de zoom.

- **Bloco óptico:** composto por câmera ou micro-câmera e lentes diversas com opção de zoom. PAN (base para movimento de varredura na horizontal) e TILT

(base para movimento de varredura na vertical).

- **Dome:** caixa de proteção plástica em forma de domo e que impede a visualização da posição da câmera.

- **Time lapse:** espécie de videocassete que grava centenas de horas de imagens através de comando externo ou temporização. Possuem interface serial RS-232 para controle opcional.

- **Controladores:** gerenciam todo os sistema de CFTV incluindo os multiplexadores, monitores, mecanismos de PAN / TILT, zoom, foco e contêm interface de comunicação serial para controle externo.

- **Sistema de gravação digital:** permitem a gravação das imagens em formato digital e utilizam algum sistema de compressão de vídeo (ex: *mpeg*). Utilizam *hard disk*, ao invés de fita magnética e transmitem as informações de vídeo via conexão com rede LAN / WAN. Os equipamentos mais modernos armazenam o vídeo em discos de DVD - RAM.

- **Sistema de transmissão digital:** são interfaces para redes LAN /WAN /Internet ou linha discada. Permite que vários computadores acessem as imagens via *Web browser* e implementam segurança por senhas e níveis de acesso.

- **Matrizes comutadoras:** atuam como gerenciadores profissionais. É um recurso para ambientes muito grandes, com controle de até 8192 câmeras, 1024 monitores e 128 controladores. Interface serial RS-232 e Ethernet.

A possibilidade de checar as imagens do CFTV, a partir de um local remoto é característica de um sistema bem planejado. Alguns utilizam a linha telefônica ou alguma rede de acesso para transmitir as imagens de vídeo câmeras, distribuídas.

Equipamentos deste tipo são muito úteis para apoio a pessoas enfermas, portadoras de deficiência ou qualquer outro sistema de *homecare*. As câmeras são conectadas no PC através de uma placa especial e podem ser acessadas de qualquer outro computador que esteja conectado em rede ou via *Internet*.

ANEXO C - Cabeamento Estruturado

- Introdução

Características da montagem do cabeamento estruturado:

Percursos Horizontais

A EIA/TIA 569A aborda diversas técnicas de instalação para os pisos, paredes, tetos, forros e pisos elevados, considerando o uso de eletrodutos, eletrocalhas, leitos, rodapés e espaços vazios. Para cada uma delas, são especificados diretrizes e procedimentos específicos, como:

- Não é recomendada a utilização de eletrodutos flexíveis metálicos, devido aos problemas de abrasão nos cabos e considera o uso de eletrodutos, principalmente embutidos, pouco flexíveis;

- Determina que sempre devem ser instaladas caixas de passagem para evitar lances de eletrodutos maiores que 30m e trechos com mais de duas curvas de 90°;

- O raio interno das curvas deve ter, no mínimo, seis vezes o valor do diâmetro interno do eletroduto; quando o eletroduto for maior que 2" (50mm), a relação deverá ser de 10 vezes. Para a instalação de cabos de fibras óticas, a relação deverá ser sempre de 10 vezes, aproximadamente.

Como parâmetro de dimensionamento, apresenta-se a seguir uma tabela com valores retirados da norma EIA/TIA 569A, com capacidade de ocupação dos eletrodutos conforme o diâmetro dos cabos utilizados.

TABELA A3.1
Ocupação dos eletrodutos nos percursos horizontais

Diâmetro do Duto (pol.)	Diâmetro do Cabo (mm)									
	3,3	4,6	5,6	6,1	7,4	7,9	9,4	13,5	15,8	7,8
$\frac{1}{2}$	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$\frac{3}{4}$	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
1	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
$1\frac{1}{4}$	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
$1\frac{1}{2}$	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
2	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
$2\frac{1}{2}$	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
3	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
$3\frac{1}{2}$	-	-	-	-	-	-	22	12	7	6
4	-	-	-	-	-	-	30	14	12	7

Fonte: Dados da pesquisa/2006

- Sala de Telecomunicações

Espaço dedicado, exclusivamente, às facilidades de funcionamento e de suporte para os diversos sistemas de telecomunicações. A sala de telecomunicações é um ponto estratégico dentro do sistema de cabeamento estruturado, sendo o local onde é realizada a interconexão dos cabeamentos horizontal e vertical (*backbone*), alocados os equipamentos intermediários e efetuado todo o gerenciamento de conexões cruzadas das tomadas com as diversas utilidades disponíveis no edifício, figura A3.1.

No interior da sala de telecomunicações também é possível criar sistemas exclusivos e independentes das outras áreas do edifício, utilizando somente o cabeamento horizontal respectivo e, centralização do sistema no seu interior.

A norma EIA/TIA 569A determina prevê, no mínimo, uma sala de telecomunicações por andar de um edifício. Devem ser previstas salas adicionais, sempre que a área atendida no andar for superior a 1000 m² e quando a distância para o cabeamento horizontal for superior a 90m. A figura a seguir demonstra um exemplo de alocação das salas de telecomunicações dentro de um pavimento:

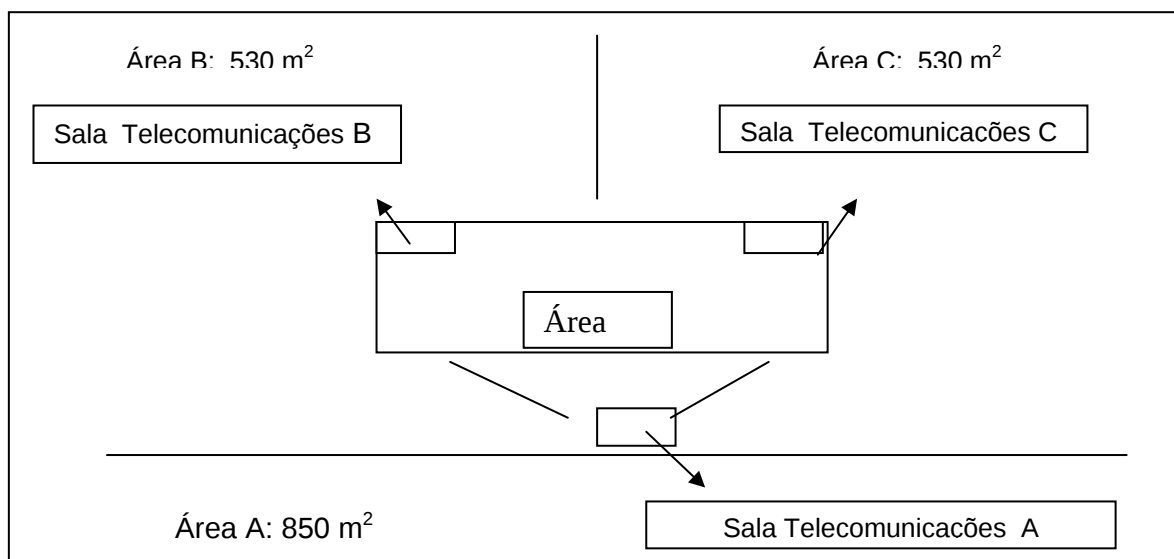


Figura A3.1 Salas de telecomunicações em um pavimento típico
Fonte: Desenho de Ivo Henrique de Pádua

Em função da área atendida e com a relação de uma estação, para cada 10 m², a EIA/TIA 569A determina as seguintes dimensões mínimas para a sala ou armário de telecomunicações:

TABELA A3.2
Dimensões da sala de telecomunicações

Área atendida (m ²)	Dimensões da sala (m)
1000	3,0 x 3,0
800	3,0 x 2,8
500	3,0 x 2,2

Fonte: Dados da pesquisa/2006

Para pequenos edifícios, a norma EIA/TIA 569A sugere alternativas para os armários de telecomunicações, A3.2. Para atender áreas menores que 100 m², é sugerido o uso de gabinetes ou *racks* e, para , áreas de até 500 m², apresenta a alternativa de armários com dimensões de 2600 mm por 600 mm de profundidade, conforme a figura AIII.3. Cada caso deverá ser bem analisado, principalmente

quando houver a intenção de atender sistemas de automação predial.

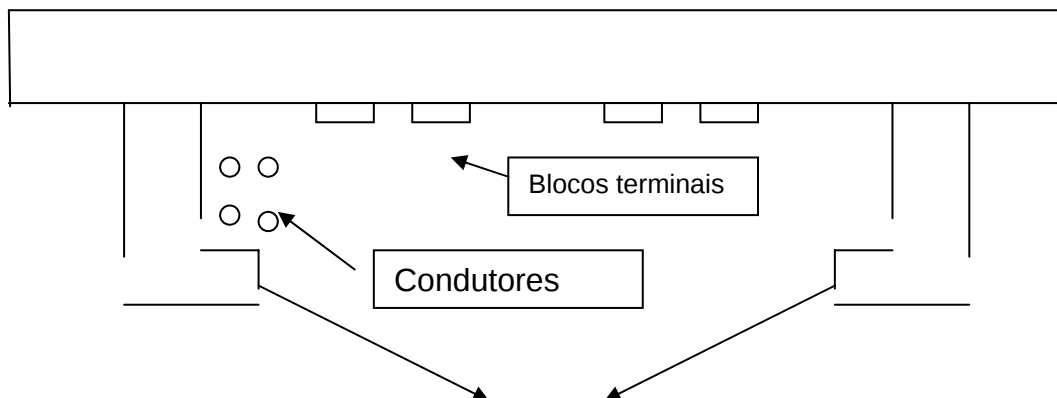


Figura A3.2 Armário de telecomunicações alternativo
Fonte: Desenho de Ivo Henrique de Pádua

- Sala de Equipamentos

Espaço da alocação dos equipamentos principais de telecomunicações e onde ficam centralizados equipamentos como servidores de rede, PABX, roteadores, *switches*, *modems*, CLPs, centrais de alarme, de CFTV, etc. A sala de equipamentos deverá ter área mínima de 14m², sendo localizada estrategicamente dentro do edifício, prevendo as conexões com todas as salas de telecomunicações dos andares e com as entradas, além do acesso das pessoas ligadas ao gerenciamento e manutenção. A sala de equipamentos é dimensionada em função do número de estações de trabalho previstas, conforme tabela AIII.4 da EIA/TIA 569 A.

TABELA A3.3
Área da sala de equipamentos

Estações de Trabalho	Área da Sala de equip. (m2)
Até 100	14
De 101 a 400	37
De 401 a 800	74
De 801 a 1200	111

Fonte: Dados da pesquisa/2006

- Entrada

Ela refere-se à conexão do edifício com redes e sistemas de telecomunicações externos. Em termos de espaços necessários, a norma EIA/TIA 569A prevê áreas mínimas alocadas em parede ou em sala, para fixar e permitir fácil manutenção aos sistemas ali localizados: equipamentos, blocos com protetores de surtos de linhas telefônicas, bloqueadores óticos, entre outros. A tabela A3.4 determina o espaço na parede (com 2,5m de altura), para montagem das terminações e equipamentos de entrada numa área aberta.

TABELA A3.4
Espaço mínimo na parede de uma área aberta

Área de trabalho (m2)	Comprimento da Parede (m)
500	0,990
1000	0,990
2000	1,060
4000	1,725
5000	2,295
6000	2,400
8000	3,015
10000	3,630

Fonte: Dados da pesquisa/2006

A tabela A3.5 determina as dimensões mínimas da sala, para montagem das terminações de entrada e equipamentos sobre *racks* em local fechado. A decisão do uso de uma sala ou área aberta deve ser baseada nos critérios de segurança, quantidade, tipo de terminações e equipamentos, dimensões do edifício e localização dentro do mesmo. Para edifícios com áreas maiores que 2000 m^2 , prevê-se uma sala fechada.

TABELA A3.5

Dimensões mínimas para a sala de entrada

Área Geral (m^2)	Dimensões da sala (m)
7000	3,66 x 1,93
10000	3,66 x 1,93
20000	3,66 x 2,75
40000	3,66 x 3,97
50000	3,66 x 4,77
60000	3,66 x 5,59
80000	3,66 x 6,81
100000	3,66 x 8,44

Fonte: Dados da pesquisa/2006

- Recomendações Complementares

- Separação entre redes de telecomunicações e de energia

A norma EIA/TIA 569A retirou, quando de sua revisão de fevereiro de 1998, uma tabela na qual sugeria separações mínimas entre redes de telecomunicações e de energia, de acordo com a potência do circuito de energia e da presença, ou não, de materiais metálicos na infra-estrutura.

Atualmente, para cabeamento horizontal e circuitos de energia até 240V-20A, ela determina uma separação mínima entre as duas redes, bastando que elas não compartilhem a mesma infra-estrutura. Recomenda, também, separações

maiores, uso de blindagens e uso de protetores contra transientes, quando da existência de outras fontes de campos eletromagnéticos (grandes motores, transformadores, reatores, fontes de rádio frequência, geradores de arcos, etc.).

Atualmenmte, com a utilização dos cabos de pares trançados, com imunidade à interferência eletromagnética e, cabos de fibras óticas, totalmente imunes, a segurança contra interferência é bastante elevada. Porém, devido à necessidade de bandas largas para a transmissão e impossibilidade de dominar as tecnologias futuras, o critério de compatibilidade eletromagnética deve ser considerado, quando da alocação dos espaços de ambas as redes, principalmente nos percursos verticais e dentro de um edifício comercial, onde a faixa de valores de frequência dos diversos sistemas de telecomunicações é diversificada.

- Proteção contra incêndio

A norma EIA/TIA 569A obriga à utilização de bloqueadores de chama em todas as aberturas existentes entre dois pavimentos. No Brasil, dentro da construção civil, esta é uma preocupação de menor evidência. As técnicas de bloqueio de chamas, nas aberturas destinadas à passagem de cabos entre pavimentos, são muito pouco utilizadas. Como não existe uma cobrança real destes procedimentos, eles poucos ocorrem na prática.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) pretende apresentar uma norma para redes de cabeamento estruturado, visando tornar tais técnicas usuais na prática, porém sem data para elaboração da mesma.

- Ponderações

A abrangência dos sistemas de telecomunicações, dentro de um edifício comercial, principalmente com o avanço acelerado dos sistemas de automação predial e crescimento das necessidades de comunicação de voz, dados e imagem, aumenta em muito a complexidade de execução e gerenciamento das instalações.

Face às circunstâncias, o sistema de cabeamento estruturado apresenta-se como uma alternativa para servir como base comum para todos os sistemas de telecomunicações de um edifício dotado de alta tecnologia. Desta forma, as

particularidades da infra-estrutura de percursos e espaços para atendê-la mostram ter sua importância aumentada.

ANEXO D - Elevadores

Para um edifício com atividades diversificadas como o CMH, o sistema de elevadores deverá atender uma série de requisitos mínimos.

A apresentação de alguns desses requisitos, a seguir, não se propõe a esgotar o assunto, nem descrever os variados sistemas de controle e facilidades encontrados em um mercado relativamente sofisticado.

No entanto, a maior parte das funções ou atributos, aqui apresentada, é atendida pelo sistema de elevadores do edifício.

Várias funções de controle podem ser executadas, em geral, a partir de interface gráfica simples e amigável, compatível, por exemplo, com o Windows 95, ou 98.

Os aplicativos disponíveis são inúmeros, com várias versões possíveis, oferecidas pelos fabricantes.

Alguns sinóticos normalmente apresentam:

- Posições dos elevadores;
- Sentido atual de deslocamento (setas);
- Indicação de condição normal e especial (anormal) de funcionamento;
- Indicativo de chamadas (subida e descida) dos diversos pavimentos;
- Número de elevadores disponíveis para as chamadas de pavimento;
- Seleção de chamadas, com seleção do elevador em condições mais favoráveis para atender as chamadas dos pavimentos;
- Botão abre porta, para abrir porta / e ou reter a partida de um elevador; elevadores em movimento ignoram a operação deste botão;
- Tela de Informações sobre o elevador, se ele está em modo anormal, manutenção, bombeiro (incêndio ou pânico), ascensorista, normal, ou desabilitado;
- No momento em que o elevador é colocado no modo bombeiro, cessa o atendimento das chamadas da cabine e pavimento e o elevador se encaminha para o pavimento do acesso principal do edifício e aí permanece com a porta aberta;
- As chamadas do pavimento são transferidas para os outros elevadores. As chamadas transferidas são perdidas, se não houver outro elevador em condições de receber estas chamadas;

-etc.

- Outras funções:

- Alteração dos andares de estacionamento e de zoneamento;
- Estado das portas;
- Desligamento do (s) elevador (es);
- Tela de programação horária;
- Botão lotado (dentro da cabine), somente no modo ascensorista;
- Apagamento de chamadas falsas, provocadas por usuário que sinaliza várias chamadas, simultaneamente, no mesmo pavimento, quando de sua saída da cabine: passado um determinado tempo, o elevador é de novo habilitado. Normalmente, estas chamadas falsas são desabilitadas.

Eventualmente, dependendo do sistema de elevadores, há várias outras telas que podem facilitar a automação dos procedimentos e funcionamento adequado dos mesmos, sobretudo para edifícios com um número elevado de cabines.

ANEXO E - Sistemas de automação e supervisão predial

Analisando as novas propostas de implantação, a independência física, entre as centrais de automação e supervisão e a central de segurança, é motivada não somente pela diferença das atividades dos operadores, como também pela prioridade que alguns sinais deverão ter sobre os demais. Embora independentes fisicamente, as centrais estarão integradas entre si, proporcionando a sinergia entre os sistemas. Sua configuração é totalmente flexível, variando de acordo com sua aplicação e disposição.

Os componentes são integrados através de uma rede de comunicação de dados, mantendo a divisão funcional entre controle e supervisão, de utilidades de um lado e, segurança, de outro. A integração em um único sistema é necessária para garantir sua operabilidade em funções automáticas, tais como acionamento e desligamento de circuitos em caso de detecção de incêndio e intrusão. O sistema de automação predial é um sistema microprocessado, totalmente integrado e geograficamente distribuído, por:

- Estações de Operação (EO);
- Estações Mestres de Controle (EM);
- Estações de Controle Locais (ECL);
- Gateways;
- Rede de comunicação de dados;
- Terminal portátil para manutenção.

Nas figuras A4.1 e A4.2, são apresentados os desenhos da arquitetura de um sistema de automação predial, para um *Edifício Inteligente*.

Estação 1 – Utilidades;

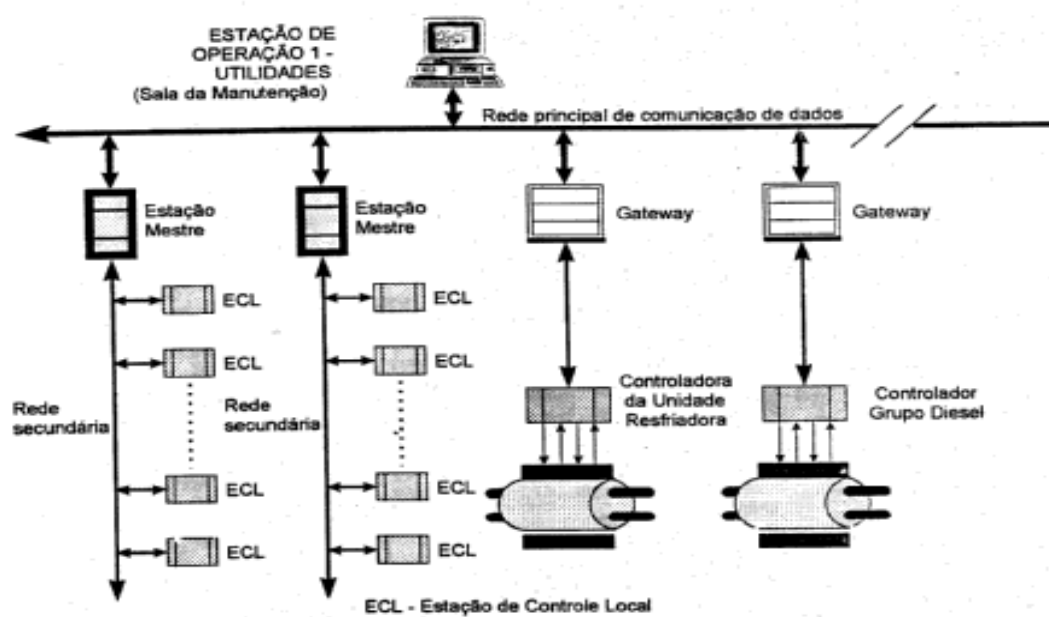


Figura A4.1: Estação de Operação 1 - Utilidades
 Fonte: Desenho de Ivo Henrique de Pádua

Estação 2 – Segurança.

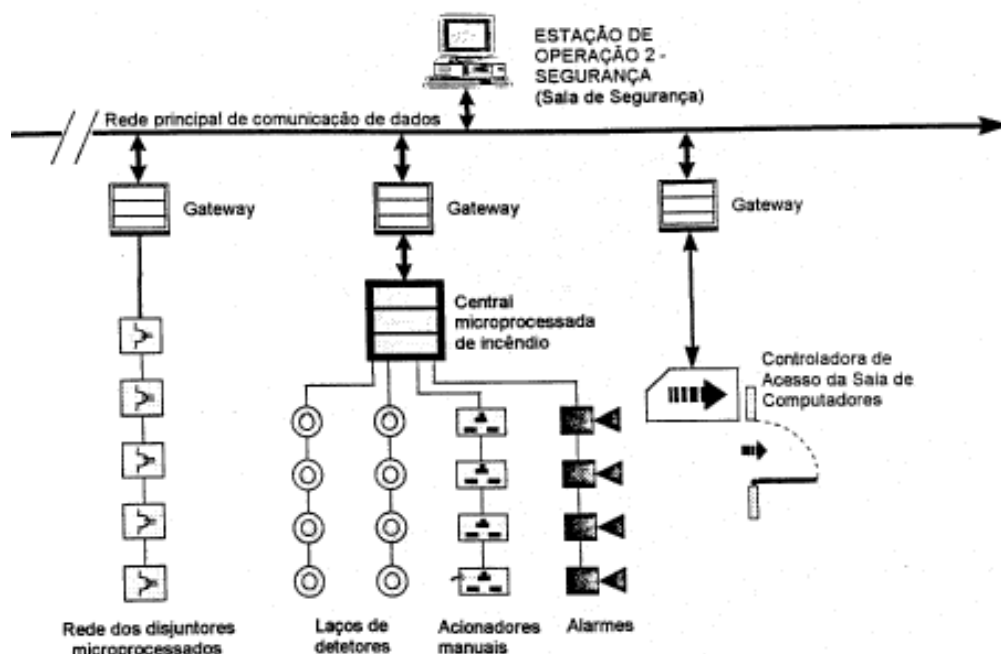


Figura A4.2 Estação de Operação 2- Segurança
Fonte: Desenho de Ivo Henrique de Pádua

A operação do sistema é realizada através de dois microcomputadores convencionais. Nestes microcomputadores é instalado o *software* de interface homem / máquina - IMH do sistema, para permitir a centralização da operação das utilidades, da segurança e do acompanhamento da manutenção.

Um dos microcomputadores é a Estação de Operação 1 - Utilidades. Ele centraliza a supervisão e controle da rede elétrica, do gerenciamento da energia elétrica e do sistema de ar condicionado e transportes verticais, etc. e provê recursos de apoio à manutenção.

O outro é a Estação de Operação 2 - Segurança. Ela centraliza a operação dos subsistemas de detecção e alarme de incêndio, de controle de acesso, de detecção de intrusão e monitoração por CFTV (Circuito Fechado de Televisão).

- EO - Estação de Operação, funções:

- Monitorar valores das grandezas analógicas, tais como temperaturas, corrente elétrica, tensão, etc.;
- Gerar (em tela e impressos) gráficos de tendência das mesmas grandezas;
- Ajustar o *setpoint* das malhas de controle;
- Monitorar os estados dos detectores, motores, chaves elétricas, dispositivos eletromecânicos, etc;
- Comandar o ligamento / desligamento de máquinas, iluminação, circuitos e a abertura e fechamento de válvulas e *dampers*;
- Programar horários de ligamento / desligamento automáticos;
- Monitorar e reconhecer subsistemas, etc.

As estações de operação permitem a configuração do sistema de controle, construção e modificação de telas gráficas, programação e modificações lógicas de sequenciamento e intertravamento. Estas tarefas não devem ser acessíveis ao operador e são realizadas apenas por profissional designado e preparado para a manutenção do sistema, com acesso protegido por senha.

- EM - Estação Mestre de Controle

As estações mestres de controle - EMs são ligadas entre si e às de operação, através da rede principal. São as depositárias da base de dados do sistema. São dotadas de E / S - Entradas e Saídas para a interface com equipamentos supervisionados.

As E / S são digitais e analógicas. Cada EM tem suas E / S, configuradas à vontade, obtendo-se as mais diversas combinações.

Uma vez ocupada por todas as E / S disponíveis, a EM poderá receber módulos locais e remotos de expansão. Ela poderá controlar uma ou mais redes secundárias, às quais estarão conectadas as Estações de Controle Locais - ECLs.

A programação das EMs é realizada nas estações de operação, sendo carregadas a partir destas.

As EMs são autônomas, isto é, permanecem em operação realizando todas as suas funções, no caso de falha das estações de operação, ou da rede principal.

A base de dados, embora distribuída, é integralmente acessível às estações de operação e terminal portátil, em qualquer ponto da rede principal.

As EMs têm tomadas para conexão do terminal portátil.

- ECL - Estação de Controle Local

As ECLs são estações de pequeno porte, com poucas E/S, de uso geral ou de aplicação específica, tais como controladores de iluminação, de *fancoils*, de quadros de bombas e de extensão remota das entradas e saídas das estações mestre. Elas são instaladas junto aos ou dentro dos equipamentos supervisionados/controlados. Estão conectadas às Sem, através de redes secundárias.

As ECLs são autônomas, isto é, permanecem operando e realizando suas funções mesmo quando houver falha da estação mestre à qual estejam ligadas.

- RCD - Rede de Comunicação de Dados

A RCD interliga todos os equipamentos microprocessados do sistema, propiciando total integração. Normalmente, é organizada em dois níveis:

- **Rede principal**, interligando as EOs e as EMs; normalmente, ela é de alta velocidade e de alta confiabilidade. Corresponde ao nível de informação da rede e é destinado a um computador central que supervisiona, monitora, controla e comanda as operações na edificação. O padrão *Ethernet* de redes é muito utilizado neste nível.

- **Rede secundária** ou sub-redes, interligando apenas as ECLs às EMs e, portanto, indiretamente à rede principal. A informação deve trafegar neste nível em tempo real, para garantir a atualização dos dados no *software* que realiza a supervisão da aplicação.

A comunicação de dados, com outros equipamentos não pertencentes ao núcleo central do sistema (equipamentos microprocessados de medição e

proteção, controle de geradores e transferências de cargas, controladores de demanda e de fator de potência e no-breaks com controle microprocessado, controlador microprocessado de unidade resfriadora, etc.), é realizada através de *gateways* ligados à rede principal e / ou às redes secundárias.

A topologia é assim definida para prover a máxima distribuição geográfica das estações e controle, garantindo que estejam o mais próximo possível dos equipamentos supervisionados / controlados e, até mesmo, dentro destes ou de seus quadros, minimizando e simplificando o cabeamento.

- Terminal Portátil

O terminal para manutenção é um microcomputador portátil (*notebook*), com configuração mínima idêntica à das EOs e, funcionalmente, idêntica a estas. Tem, portanto, o mesmo *software* nele carregado. Ele pode ser conectado à rede principal. Pontos de conexão estão disponíveis nas EMs.

- IMH - software de interface Homem / Máquina

Ele deve ser preferencialmente gráfico, permitindo ao operador navegar através das telas representativas da geometria do edifício e dos sinópticos dos equipamentos e sistemas, com *zoom* em vários níveis. A seleção de telas, ou de elemento supervisionado / controlado deve-se realizar com facilidade.