

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

***Edifícios de alto desempenho: conceito e proposição de  
recomendações de projeto.***

**Rosane Bagatelli**

**Vitória, 2002**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

***Edifícios de alto desempenho: conceito e proposição de  
recomendações de projeto.***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**Rosane Bagatelli**

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maristela Gomes da Silva (orientadora)**

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliana Zandonade (co-orientadora)**

**Vitória, 2002**

## ***Edifícios de alto desempenho: Conceito e Proposição de Recomendações de projeto.***

**Rosane Bagatelli**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em 26/07/2002 por:

---

Profª Drª Maristela Gomes da Silva.-Orientador, UFES

---

Profª Drª Eliana Zandonade - Co-Orientadora ,UFES

---

Prof. Dr.Silvio Burratino Melhado - USP.

---

Profª. Drª. Claudia Terezinha de A. Oliveira - USP.

---

B144e

Bagatelli, Rosane, 1972-

Edifícios de alto desempenho: conceito e proposição de recomendações de projeto / Rosane Bagatelli. – 2002.  
[xix], 198f. :il.

Orientadora: Maristela Gomes da Silva.

Co-Orientadora: Eliana Zandonade.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Edifícios Inteligentes. 2. Desempenho. 3. Projetos. 4. Construção – Desempenho. I. Silva, Maristela Gomes da. II. Zandonade, Eliana. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 624

---

*À minha avó, Adelina, por me ensinar a viver  
com humildade e a morrer com coragem.*

## **Agradecimentos**

*Nenhuma vida pode estar contida em um só relato.  
Não há como dar a cada ano a sua importância real,  
incluir cada evento e pessoa que ajudou a mudar esta vida...  
Mahatma Gandhi.*

A Deus por me conceder o espírito necessário para vencer mais esse desafio, por indicar as soluções para todos os problemas. Por me oferecer os erros, que proporcionaram o questionamento constante das minhas próprias certezas... Por me mostrar o caminho e por enviar as pessoas certas para caminharem comigo.

Aos meus pais Helena e Quirino pelo amor, pelo apoio e pela dedicação incansáveis e irrestritos. Pelo exemplo de coragem, honestidade e perseverança. Por serem, ao mesmo tempo, meu estímulo e meu objetivo, meu ponto de partida e de chegada.

À Prof. Maristela Gomes da Silva, por acreditar neste trabalho e dedicar-se generosa e pacientemente à sua realização. Por doar-se aos seus ideais com paixão e oferecer aos seus alunos, não apenas seu conhecimento, mas também sua amizade, carinho e apoio, tornando-se um exemplo a ser seguido por cada um de nós.

À Prof. Eliana Zandonade, por suas contribuições preciosas, pela amizade, pelo carinho e pela dedicação a este trabalho.

À CAPES pela concessão de bolsa.

Às empresas e profissionais que gentilmente contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários do mestrado, pelo apoio nas horas mais inesperadas, pela solidariedade e, principalmente, pela dedicação com que realizam seu trabalho.

Aos amigos Milton, Kátia, Geórgia, Tatiana, Antonina, Sayonara, Flávio, George, Maurício, Karla, Messias, Gisele, Oswaldo, Fabíola, Vanessa, João, Janine... e tantos outros, pela solidariedade e por dividirem comigo, os momentos de alegria e desespero.

Em especial, ao *Kátio*, pelos momentos únicos de uma cumplicidade quase imoral, não fosse pela sinceridade que os grandes amigos sempre carregam consigo.

Ao Carlos Magno, pelo carinho de sempre, pela paciência dos últimos dias e por me ensinar que não adianta arrancar os olhos para tentar não enxergar o que o coração quer.

Depois de tanto escrever, parece que não sobraram palavras para agradecer a todas as pessoas que me ajudaram a chegar até aqui. Seria impossível, numa única folha de papel, expressar a minha gratidão por este momento. Mas, virar uma página, terminar um capítulo ou fechar um livro, não termina uma história... a nossa história, que, espero, vamos continuar escrevendo... juntos!

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>li</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>lv</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Justificativa para desenvolvimento do tema	1
1.2 Alguns centros de referência em estudos relacionados ao tema	4
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo geral	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Metodologia	8
1.5 Estrutura da dissertação	9
<b>2 EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO: UM CONCEITO EM EVOLUÇÃO</b>	<b>11</b>
2.1 Introdução	11
2.2 Dos prédios convencionais às edificações autônomas	12
2.2.1 A primeira visão: flexibilidade	12
2.2.2 O conceito norte-americano	12
2.2.3 A contribuição japonesa	15
2.2.4 Da Europa, um conceito voltado para o <i>desempenho</i>	18
2.2.5 <i>Eco-eficiência</i> : uma tendência	20
2.2.6 O <i>Green Building</i>	24
2.2.7 Um conceito mais amplo e atual	26
2.4 Os edifícios construídos no Brasil	31
2.4.1 Os primeiros <i>Edifícios Inteligentes</i> do Brasil	32
2.4.2 Um conceito brasileiro para o <i>Edifício Inteligente</i>	34
2.4.3 A chegada dos <i>Edifícios Inteligentes</i> ao Espírito Santo	40
2.5 Considerações finais	42
<b>3 A INFLUÊNCIA DO PROJETO NO DESEMPENHO DOS EDIFÍCIOS</b>	<b>44</b>
3.1 Introdução	44
3.2 <i>O processo de projeto, suas etapas e seus intervenientes</i>	45
3.2.1 As etapas do projeto	45
3.2.1.1 O início do processo de projeto	47
3.2.1.2 Etapas de desenvolvimento dos projetos	48
3.2.1.3 A conclusão do processo de projeto	49
3.2.2 Agentes intervenientes do processo de projeto	50
3.2.2.1 O empreendedor	51
3.2.2.2 A importância do usuário	52
3.2.2.3 O papel da equipe projetos	52
3.2.2.4 Construtores	53
3.2.3 Outros aspectos importantes do processo de projeto	54
3.2.3.1 Enfoque sistêmico	54
3.2.3.2 Coordenação e equipes de projeto	56

3.2.3.3	Racionalização	58
3.2.3.4	Qualidade do projeto e do processo	59
3.3	O conceito de desempenho e sua importância no processo de projeto	61
3.3.1	Os requisitos de desempenho das edificações	62
3.3.2	Requisitos de desempenho para <i>Edifícios de Alto Desempenho</i>	64
3.4	A influência do processo de projeto no desempenho dos edifícios	66
3.4.1	O processo de projeto e o ciclo de vida do empreendimento	67
3.4.1.1	A interface projeto-obra	68
3.4.1.2	A fase de execução	69
3.4.1.3	Uso, operação e manutenção	70
3.4.1.4	As fases posteriores à vida útil	71
3.5	Considerações finais	72
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASOS: METODOLOGIA</b>	<b>74</b>
4.1	Introdução	74
4.2	Aspectos metodológicos da pesquisa	75
4.3	Planejamento dos estudos de caso	77
4.3.1	Pesquisa bibliográfica	80
4.3.2	Diagnóstico preliminar	81
4.3.2.1	Visitas Técnicas	81
4.3.2.2	Avaliação qualitativa de desempenho	81
4.3.2.3	Entrevistas	82
4.3.3	Crítérios para seleção da amostra a ser pesquisada em Vitória/ES	83
4.3.4	As técnicas utilizadas para coleta de dados	84
4.3.4.1	Entrevistas	84
4.3.4.2	Avaliação pós-ocupação - APO	85
4.3.4.3	Fichas técnicas	90
4.3.5	Os edifícios selecionados para a realização dos estudos em Vitória/ES	90
4.3.6	As empresas e profissionais participantes dos estudos em Vitória/ES	92
4.3.7	Tratamento dos dados e informações obtidos	94
4.3.8	Análise dos resultados e proposição de recomendações de projeto	94
4.4	Realização dos estudos de caso	94
4.4.1	Obtenção de informações sobre o processo de projeto	95
4.4.2	Avaliação pós-ocupação	97
4.4.2.1	Análise de projetos	97
4.4.2.2	Levantamento técnico	98
4.4.2.3	Pesquisa junto aos usuários	98
4.4.3	Tratamento dos dados e informações	104
4.4.3.1	Informações obtidas nas entrevistas	104
4.4.3.2	Dados obtidos na avaliação pós-ocupação	104
4.5	Considerações finais	104
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b>	<b>106</b>
5.1	Introdução	106
5.2	Apresentação e discussão dos resultados	106
5.2.1	Diagnóstico preliminar em São Paulo/SP	106
5.2.1.1	O processo de projeto dos Edifícios I e III	107
5.2.1.2	Avaliação qualitativa de desempenho dos Edifícios I e II	108
5.2.2	Estudos de caso em Vitória/ES	113
5.2.2.1	O processo de projeto dos quatro edifícios pesquisados	113
5.2.2.2	O desempenho do Edifício III	119

5.2.3	Aspectos conceituais considerados na produção dos edifícios visitados	125
5.3	Principais conclusões obtidas	126
5.4	Proposição de recomendações de projeto para <i>Edifícios de Alto Desempenho</i>	128
5.4.1	Programa do empreendimento	128
5.4.1.1	Definição dos níveis de desempenho do empreendimento	128
5.4.1.2	Definição dos objetivos do empreendimento	132
5.4.1.3	Definição do perfil do usuário	133
5.4.2	Projeto	133
5.4.2.1	Adaptação do processo de projeto	133
5.4.2.2	Definição da metodologia de projeto	135
5.4.2.3	Controle e garantia da qualidade do processo e do projeto	139
5.4.3	Desempenho	140
5.4.3.1	Análise das condições de exposição da edificação	140
5.4.3.2	Definição dos requisitos de desempenho do empreendimento	141
5.4.3.3	Definição dos critérios de desempenho do empreendimento	148
5.4.3.4	Definição dos critérios para seleção de materiais, componentes e sistemas	149
5.4.4	Gestão e implementação de tecnologia	150
5.4.4.1	Recomendações para a formação de profissionais	150
5.4.4.2	Orientações para as atividades de uso/operação e manutenção do empreendimento	152
5.4.4.3	Garantia do acompanhamento da fase de construção pela equipe de projetos	152
5.4.4.4	Garantia do comprometimento dos fornecedores	153
5.4.4.5	Definição dos critérios para a homologação dos sistemas prediais	153
5.4.4.6	Realização de avaliações pós-ocupação	154
5.6	Considerações finais	156
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>158</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>163</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>173</b>
	Anexo 4.1 : Roteiro 01 - Entrevista com representantes de construtoras	174
	Anexo 4.2 : Roteiro 02 - Entrevista com projetistas e fornecedores	176
	Anexo 4.3 : Roteiro 03 - Entrevista com representantes de administradoras de condomínio	178
	Anexo 4.4 : Modelo de questionário para avaliação de desempenho pelo usuário	179
	Anexo 4.5 : Modelo de ficha de avaliação de edifícios	180
	Anexo 4.6 : Modelo de ficha técnica de edifícios	182
	Anexo 5.1 : Ficha técnica do edifício I	184
	Anexo 5.2 : Ficha técnica do edifício II	185
	Anexo 5.3 : Ficha técnica do edifício III	186
	Anexo 5.4 : Ficha técnica do edifício IV	187
	Anexo 5.5 : Ficha técnica do edifício V	188
	Anexo 5.6 : Ficha técnica do edifício VI	189
	Anexo 5.7 : Análise estatística	190
	<b>APÊNDICE A : Tabela de amostras casuais simples</b>	<b>198</b>

---

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1	Sears Tower (a partir de CTBUH, 1986 e CTBUH, 1999).	14
Figura 2.2	World Trade Center (a partir de CTBUH, 1986 e CTBUH, 1999).	14
Figura 2.3	ARK MORI Building (a partir de HARTKOPF, 1993).	17
Figura 2.4	Toshiba Headquarters (a partir de HARTKOPF, 1993).	17
Figura 2.5	Lloyd's Companhia de Seguros (a partir de HARTKOPF, 1993).	19
Figura 2.6	Jubilee Campus, Nottingham (a partir de SUSTAINABLE BUILDING JOURNAL, 2001).	25
Figura 2.7	A evolução dos conceitos sobre o ambiente construído.	28
Figura 2.8	A casa autônoma (a partir de VALE & VALE, 2000).	31
Figura 2.9	Edifício Atrium III, construído em 1996 na cidade de São Paulo (a partir de DEGW, 1998).	35
Figura 2.10	Edifício Birmann 11 & 12, construído em São Paulo, 1996 (a partir de DEGW, 1998).	35
Figura 2.11	Edifício Birmann 21, construído em 1997, em São Paulo (a partir de DEGW, 1998).	36
Figura 2.12	Empresa de Petróleo Ipiranga, construído em Porto Alegre, em 1996 (a partir de DEGW, 1998).	36
Figura 2.13	Edifício Plaza Centenário, construído em São Paulo, em 1995 (a partir de DEGW, 1998).	37
Figura 3.1	Possibilidade de influenciar o projeto (adaptada de GIBSON JR. et al., 1995).	47
Figura 3.2	Níveis de retroalimentação do processo de projeto (adaptado de REIS, 1998).	50
Figura 3.3	Os diversos processos que compõem o sistema de produção de um empreendimento (adaptada de MELHADO & AGOPYAN, 1995).	55
Figura 3.4	O PDAC aplicado ao <i>sistema empreendimento</i> como forma de melhorar continuamente o <i>desempenho</i> do edifício e o processo de produção (adaptada de CTE, 2001).	55
Figura 3.5	Melhoria contínua do <i>processo produtivo</i> a partir da retroalimentação (adaptada de CTE, 2001).	56
Figura 3.6	Diretrizes de projeto voltadas para racionalização construtiva e os impactos no desempenho ambiental do empreendimento (a partir de FRANCO & AGOPYAN, 1993).	59
Figura 3.7	Projeto do produto e projeto da produção orientados pelo plano da qualidade (MELHADO, 1994).	60
Figura 3.8	Ciclo fechado de produção do edifício (JOHN, 2000).	68
Figura 4.1	Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.	80
Figura 4.2	Avaliação Pós-Ocupação (adaptada de SOUZA, et al., 1995).	85
Figura 4.3	Esquema de realização da avaliação pós-ocupação.	97
Figura 5.1	A situação dos edifícios avaliados em relação ao <i>Edifício de Alto Desempenho</i> .	128
Figura 5.2	Proposta para o processo de projeto dos <i>Edifícios de Alto Desempenho</i> .	134
Figura 5.3	Proposta de equipe de projeto para <i>Edifícios de Alto Desempenho</i> (adaptada de MELHADO, 1994).	137
Figura F.1	Gráfico de barras - Locatários.	191
Figura F.2	Gráfico de barras - Proprietários.	191
Figura F.3	Gráfico de barras - Funcionários do Condomínio.	192
Figura F.4	Gráfico de barras - Visitantes.	192
Figura F.5	Gráfico de barras - Todos os usuários.	192

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1	Centros de referência internacionais em estudos sobre o ambiente construído.	04
Quadro 1.2	Centros de referência em estudos sobre o ambiente construído na Europa e Oceania.	05
Quadro 1.3	Centros de referência em estudos sobre o ambiente construído na América do Norte.	06
Quadro 1.4	Algumas experiências no Brasil em estudos relacionados ao tema da dissertação.	07
Quadro 2.1	Exemplos de políticas públicas de países desenvolvidos visando a eco-eficiência das edificações e a sustentabilidade da indústria da construção (a partir de VAN HAL & DULSKI, 1998; CURWELL et al., 1999; LARSSON, 1999; GLAUMANN et al., 1999; NOBUYUKI, 1999; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT <sub>b</sub> , 1999; TOOTHAKER, 2000; BARNETT, 2000; VAN HAL, 2000).	22
Quadro 2.2	Principais conceitos atribuídos ao <i>Edifício Inteligente</i> e suas características mais relevantes (a partir de KRONER, 1997; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT <sub>c</sub> , 1999; COLE, 1999; TODD & GEISSLER, 1999; CRAWLEY & AHO, 1999).	27
Quadro 2.3	Princípios do <i>Edifício de Alto Desempenho</i> (a partir de MCDONALD & SMITHERS, 1998; HPB, 1999; RUANO, 1999; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT <sub>d</sub> , 1999; ANINK et al., 2001).	30
Quadro 2.4	Exemplos de <i>Edifícios Inteligentes</i> construídos no Brasil (a partir de CASTRO NETO, 1994; DEGW et al., 1998 e WERNECK, 1999).	33
Quadro 2.5	Características técnicas dos <i>Edifícios Inteligentes</i> construídos no Brasil (a partir de ROCHA, 2000).	34
Quadro 2.6	Principais aspectos e níveis de evolução dos <i>Edifícios Inteligentes</i> (a partir de DEGW, 1998).	39
Quadro 2.7	Empreendimentos capixabas dotados de <i>tecnologia diferencial</i> (a partir de ZANDONADI, 2000; MATOSINHOS, 2000; BRIDI, 2001 e GARCIA, 2001).	41
Quadro 3.1	Propostas para a subdivisão do processo de projeto.	46
Quadro 3.2	Principais projetos a serem <i>desenvolvidos</i> no processo de projeto (a partir de SOUZA et al., 1995).	48
Quadro 3.3	Agentes intervenientes do processo de projeto (a partir de CASTRO NETO, 1994; SOUZA et al., 1995; SECOVI, 2000).	51
Quadro 3.4	Princípios e objetivos da coordenação de projetos (a partir de NOVAES & FRANCO, 1997).	57
Quadro 3.5	Componentes da qualidade do projeto (adaptada de PICCHI, 1993).	60
Quadro 3.6	Requisitos de desempenho das edificações (a partir de ISO 6241, 1984; CIRIA, 1992; SOUZA et al., 1995; MITIDIERI FILHO & HELENE, 1998).	63
Quadro 3.7	Algumas das <i>novas</i> necessidades do usuário (a partir de ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWS <sub>a</sub> , 1995; ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWS <sub>b</sub> , 1998; GOTTIFRIED, 2000; CIB, 2000; SECOVI, 2001).	65
Quadro 3.8	Origens dos problemas patológicos em edificações (a partir de LICHTENSTEIN, 1985; THOMAZ 1989; ABRANTES 1995).	66
Quadro 3.9	A origem das falhas nas edificações (adaptado JOSEPHSON & HAMMARLUND, 1999).	69
Quadro 3.10	Algumas medidas de projeto para a redução do impacto ambiental causado pela indústria da construção (a partir de CIB, 2000; SECOVI, 2000; ADAM, 2001).	71
Quadro 4.1	Critérios utilizados na seleção da amostra a ser pesquisada em Vitória/ES.	83
Quadro 4.2	Tipos de técnicas utilizadas e resultados obtidos na APO.	89

Quadro 4.3	Principais tipos e fontes de informação a serem obtidas nas entrevistas.	92
Quadro 4.4	Perfil resumido das construtoras participantes do estudo em Vitória/ES.	93
Quadro 4.5	Relação entre as empresas e os edifícios selecionados para o estudo em Vitória/ES.	94
Quadro 4.6	Tipos de entrevistas realizadas em cada edifício.	95
Quadro 4.7	Dados considerados no dimensionamento da população amostral do Edifício III.	101
Quadro 4.8	Distribuição dos ambientes no Edifício III.	102
Quadro 4.9	Respostas obtidas na pesquisa junto aos usuários do Edifício III.	103
Quadro 5.1	O processo de projeto dos Edifícios I e II.	107
Quadro 5.2	Pontos importantes observados no levantamento técnico do Edifício I.	111
Quadro 5.3	Pontos importantes observados no levantamento técnico do Edifício II.	112
Quadro 5.4	A metodologia do processo de projeto nos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES.	114
Quadro 5.5	A concepção dos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES.	115
Quadro 5.6	A definição dos recursos tecnológicos dos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES.	116
Quadro 5.7	As etapas de desenvolvimento de projetos dos quatro empreendimentos pesquisados em Vitória/ES.	117
Quadro 5.8	O acompanhamento da execução dos quatro empreendimentos pesquisados em Vitória/ES.	118
Quadro 5.9	Requisitos com desempenho insatisfatório na opinião dos usuários do Edifício III.	121
Quadro 5.10	Levantamento técnico: problemas de desempenho do Edifício III	122
Quadro 5.11	Impactos do <i>Edifício Inteligente</i> no trabalho de projetistas, construtores e administradores de condomínio.	126
Quadro 5.12	Estrutura de apresentação das recomendações de projeto para <i>Edifícios de Alto Desempenho</i> .	129
Quadro 5.13	Proposta para aumento progressivo dos níveis de desempenho dos edifícios (a partir de COLE, 1999; LARSSON, 2000; LÜTZKENDORF, 2000; ANDRESEN, 2000; SCHILLER, 2000; STURGES; 2000, ADAM, 2001).	130
Quadro 5.14	As responsabilidades dos agentes intervenientes do processo de projeto na definição e garantia dos níveis de desempenho do empreendimento.	131
Quadro 5.15	Principais características do processo de projeto dos <i>Edifícios de Alto Desempenho</i> .	135
Quadro 5.16	Sugestão de planejamento de avaliações pós-ocupação (a partir de ORNSTEIN, 1992).	154
Quadro 5.17	Síntese das recomendações de projeto para <i>Edifícios de Alto Desempenho</i> .	155

**LISTA DE TABELAS**

---

Tabela 3.1	Opinião de empresas construtoras sobre a relação projeto-execução (adaptada de BARROS & SABBATINI, 1996).	54
Tabela 5.1	Avaliação de desempenho do Edifício I - Opinião do usuário.	109
Tabela 5.2	Avaliação de desempenho do Edifício II - Opinião do usuário.	109
Tabela 5.3	Percentuais de respostas de todos os respondentes.	119
Tabela T1	Notas médias e desvios-padrão, na avaliação de todos os usuários do Edifício III.	190
Tabela T2	Médias das notas de cada requisito, para cada tipo e para o conjunto de usuários do Edifício III.	190
Tabela T3	Teste ANOVA: valores "F" e respectivas significâncias.	193
Tabela T4	Teste de <i>DUNCAN</i> para a variável V1.	194
Tabela T5	Teste de <i>DUNCAN</i> para a variável V4.	195
Tabela T6	Teste de <i>DUNCAN</i> para a variável V7.	195
Tabela T7	Teste de <i>DUNCAN</i> para a variável V11.	195
Tabela T8	Teste de <i>DUNCAN</i> para a variável V21.	196
Tabela T9	Teste de <i>DUNCAN</i> para a variável Nota.	196
Tabela T10	Correlação entre os requisitos que mais influenciaram os resultados da pesquisa com os usuários.	197

## LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico G.1 Média (quadrado) com mais e menos 1 desvio-padrão para a variável V1.	193
Gráfico G.2 Média (quadrado) com mais e menos 1 desvio-padrão para a variável V4.	193
Gráfico G.3 Média (quadrado) com mais e menos 1 desvio-padrão para a variável V7.	194
Gráfico G.4 Média (quadrado) com mais e menos 1 desvio-padrão para a variável V11.	194
Gráfico G.5 Média (quadrado) com mais e menos 1 desvio-padrão para a variável V21.	194
Gráfico G.6 Média (quadrado) com mais e menos 1 desvio-padrão para a variável Nota.	194

**LISTA DE ABREVIATURAS**

---

<b>ABCI</b>	Associação Brasileira de Construção Industrializada
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AIA</b>	<i>American Institute of Architects</i>
<b>APO</b>	Avaliação Pós-Ocupação
<b>CIB</b>	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
<b>CBIP</b>	<i>Commercial Building Incentive Programme</i>
<b>CIRIA</b>	<i>Construction Industry Research and Information</i>
<b>CMEI</b>	Comissão Multidisciplinar de Edifícios Inteligentes
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>MNECB</b>	<i>Canadian Model National Energy Code for Buildings</i>
<b>NBR</b>	Norma Brasileira Registrada
<b>APBX</b>	<i>Private Automatic Branch Exchange</i>
<b>PDCA</b>	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
<b>PC</b>	<i>Personal Computer</i>
<b>SINDICON</b>	Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Espírito Santo
<b>TV</b>	Televisão

# EDIFÍCIOS DE ALTO DESEMPENHO: CONCEITO E PROPOSIÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE PROJETO.

Rosane Bagatelli<sup>1</sup>

## RESUMO

Diante das constantes transformações das sociedades, as edificações vêm evoluindo no sentido de atender às necessidades cada vez mais complexas de seus usuários. Nos últimos 40 anos, os edifícios comerciais incorporaram uma vasta gama de serviços e facilidades, tornando-se mais produtivos, seguros e confortáveis. Neste cenário, modelos de construção como o *Edifício Inteligente* e o *Responsive Building* disseminaram-se pelo mundo todo como alternativas para viabilizar a construção eficiente e produtiva. Atualmente, com a escassez dos recursos naturais do planeta, outros modelos de construção, como o *Green Building* e o *Sustainable Building*, surgem como tendências mundiais na integração da indústria da construção com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável das cidades.

No Brasil, o modelo de evolução dos edifícios, em geral, consiste em uma adaptação do *Edifício Inteligente* e baseia-se, exclusivamente, no uso de *tecnologia de ponta*. Frequentemente, a tecnologia é tomada como única forma de proporcionar conforto, segurança e economia ao usuário. Como resultado, vários edifícios construídos a partir deste modelo apresentam desempenho inadequado e, além de não atenderem às necessidades básicas dos usuários, tornam-se dispendiosos e até mesmo *inoperáveis*, o que culmina na insatisfação do usuário e dos profissionais envolvidos na produção dessas edificações.

Ao mesmo tempo, observa-se que, quanto mais *complexo* o edifício, maior a influência do *processo de projeto* em seu desempenho, demonstrando a possibilidade de utilizar o projeto como estratégia para garantir o sucesso do empreendimento. Neste sentido, o objetivo desta dissertação é propor recomendações de projeto voltadas para a *garantia de desempenho*, viabilizando a construção de empreendimentos que atendam às necessidades dos usuários durante todas as fases da vida útil da edificação.

Para tanto, primeiramente, realizou-se uma revisão de literatura que possibilitou a adaptação de um conceito para estas edificações - o conceito de *Edifício de Alto Desempenho*, que contempla aspectos como *eco-eficiência* e *sustentabilidade*. Posteriormente, desenvolveu-se estudos de caso envolvendo quatro *Edifícios Inteligentes* situados em Vitória/ES e oito em São Paulo/SP, que forneceram informações sobre o processo de projeto e os problemas de desempenho típicos de *edifícios complexos*. Essas informações foram obtidas através de visitas técnicas, pesquisa bibliográfica, entrevistas com os agentes envolvidos na produção, operação e manutenção dos edifícios e *avaliação pós-ocupação*, que forneceu dados sobre a *satisfação dos usuários* em relação aos empreendimentos.

Finalmente, foram propostas recomendações de projeto que visam, sobretudo, orientar a inserção progressiva de requisitos de desempenho em todas as fases do ciclo de vida da edificação, maximizando a satisfação do usuário e contemplando os aspectos da construção *eco-eficiente* e *sustentável*, desde a construção até a demolição do empreendimento.

---

<sup>1</sup> Engenheira civil, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo. Endereço: Rua Pastor José de Paula, 50 - Campo Grande - Cariacica - ES. e-mail rbagatel.vix@terra.com.br

# **HIGH PERFORMANCE BUILDING: CONCEPT AND PROJECT RECOMENDATION PROPOSAL**

Rosane Bagatelli<sup>1</sup>

## **ABSTRACT**

Due to the constant transformations in society, the construction of buildings have evolved to better see to the ever demanding needs of its users. Several concepts in this area have risen as feasible alternatives to efficient, comfortable and productive construction. Among these concepts we find the *Intelligent Building* and the *Responsive Building*. The scarcity of natural resources of the planet in more recent years has led the construction industry to assume a more responsible position with respect to the *sustainable development* of societies, giving birth to concepts such as the *Green Building* and the *Sustainable Building*, that emerge as a world trend integrating construction as well as the construction industry itself to the urban and socioeconomic development of cities.

However, concepts adopted in the evolution of the Brazilian buildings are based on the installation of controlling equipment and systems of building resources. It is common to take the use of technology as the sole alternative to provide comfort, security and savings to the user. As a result, several buildings erected based on this model present inadequate performance. These buildings do not see to the basic needs of their users, becoming costly and, in some cases, *inoperative*. This situation culminates with the absolute dissatisfaction of both the user and the professional involved in the construction of such buildings.

On the other hand, observing the strong influence of design on the performance of a building, it becomes necessary to emphasize the possibility of using a project as a strategy for proposing changes. On this aspect, this dissertation has as a goal to propose recommendations that, while ensuring performance, keep aspects of an *eco-efficient* and *sustainable* construction in perspective.

To be able to achieve such a goal, firstly a review of the pertinent literature was conducted to allow to systematize the concept of *High Performance Building*, which contemplates aspects such as environmental efficiency and sustainability. Later, a case study was performed involving four *Intelligent Buildings* located in Vitoria/ES and eight in Sao Paulo/SP, which provided information on design process and the performance problems typical of *complex buildings*. These pieces of information were obtained through technical visits, bibliographical research, interviews with the agents involved in the production, operation and maintenance of the buildings, as well as a *post-occupancy assessment*, which provided data on *users satisfaction* concerning the undertaking.

Finally, some recommendations were proposed concerning the implementation of the design, aiming to progressively insert performance requirements in all the phases of the building life-cycle, maximizing user's satisfaction and including environmentally efficient and sustainable building aspects, from the foundation to the demolition of the undertaking.

---

<sup>1</sup> Civil Engineer, M. Sc. candidate in Civil Engineering at Federal University of Espirito Santo, Brazil. Address: Pastor Jose de Paula, 50 - Campo Grande, Cariacica - 29.146-320 - ES. e-mail rbagatel.vix@terra.com.br

### 1.1 Justificativa para desenvolvimento do tema

No século 20, o homem conheceu as mais fantásticas evoluções tecnológicas de sua história. As conquistas foram muitas. Da revolução da engenharia genética à descoberta de novas fontes de energia, os avanços atingiram todas as ciências e vêm impulsionando, continuamente, a transformação do ambiente construído (ROCHA, 2000). As revoluções na informática e da tecnologia da informação, por exemplo, vêm exigindo dos edifícios, ambientes que possam proporcionar às atividades cotidianas cada vez mais agilidade, eficiência e segurança.

Na tentativa de viabilizar a edificação produtiva e eficiente, a indústria da construção vem modificando sua linha de atuação, focando o *valor de troca* dos imóveis. Mais do que nunca, a ênfase é a *utilização* da edificação. Neste contexto, observa-se o surgimento de novos *conceitos* para o ambiente construído de um modo geral. Mas é no segmento *edifícios comerciais* que acontecem as mudanças mais significativas, destacando-se alternativas como o *Edifício Inteligente*, que surgiu nos Estados Unidos em meio a uma crise de energia e, há mais de 40 anos, vem se consolidando em países de todo o mundo.

Por outro lado, a escassez cada vez maior dos recursos naturais do planeta torna ainda mais crítica a situação da indústria da construção, que representa um dos setores produtivos que mais agride o meio ambiente em todo o mundo. Frequentemente, a indústria da construção utiliza-se de técnicas destrutivas em seus processos produtivos, desde a extração de matéria-prima para a fabricação de materiais e componentes de construção, até os processos construtivos empregados nas obras, que, além de demandarem grandes quantidades de energia<sup>1</sup> geram enormes perdas de materiais e outros recursos.

As edificações por sua vez, causam graves impactos no meio ambiente, pois consomem grandes quantidades de água e energia e geram quantidades gigantescas de entulho e outros resíduos. Na Inglaterra, por exemplo, os edifícios consomem cerca de 40% a 50% da energia utilizada em todo o país. No Brasil, estima-se que este consumo atinja 42%<sup>2</sup> (JOHN, 2000).

---

<sup>1</sup> Estima-se que o setor da construção civil seja responsável pelo consumo de 40% da energia produzida por ano, em todo mundo (LIPPIATT, 1998). Aproximadamente 80% desse valor é consumido em processos de beneficiamento, fabricação e transporte de materiais (INDUSTRY AND ENVIRONMENT, 1996).

<sup>2</sup> Consumo relativo à iluminação, operação de equipamentos e condicionamento ambiental, basicamente.

Nos Estados Unidos, os edifícios são responsáveis pelo consumo de, aproximadamente, 12% da água potável e 62,5% da energia produzida no país, além de gerar cerca de 136 milhões de toneladas de entulho por ano (USGBC, 2002).

Além do meio ambiente, em geral, os edifícios também causam grandes impactos no meio urbano, aumentando significativamente a demanda por serviços de infra-estrutura pública (sobretudo abastecimento de água, fornecimento de energia, transporte) nas regiões de sua influência (HPB, 1999).

Diante desta realidade cada vez mais complexa, o *conceito de ambiente construído* vem sendo paulatinamente ampliado, abrangendo os entornos das edificações, o *meio urbano* e o *meio ambiente* de um modo geral. Os edifícios começam a incorporar características como *eco-eficiência* e *sustentabilidade*, que complementam conceitos já consolidados, como *eficiência energética* e *economia* por exemplo. A partir desta *nova* realidade, surgem modelos de edificações não só eficientes, confortáveis e produtivas, mas também *sustentáveis*, tais como o *Green Building* e o *Sustainable Building*.

Observa-se desta forma, que os conceitos sobre a edificação encontram-se em franca evolução, em sintonia com as transformações da sociedade. Embora não haja uma definição consolidada para o modelo de evolução do ambiente construído, observa-se uma tendência mundial em direção à incorporação de *requisitos* como *sustentabilidade* e *eco-eficiência* nas edificações de um modo geral.

Não obstante a todas estas transformações, a indústria da construção no Brasil vem incorporando mudanças, buscando modernizar os empreendimentos construídos no país. Porém, observa-se que o conceito considerado na evolução dos edifícios brasileiros consiste em uma adaptação do modelo norte-americano - o *Edifício Inteligente*, e baseia-se, exclusivamente, na inserção de *tecnologia de ponta* como forma de proporcionar conforto, produtividade e economia, entre outras *vantagens* aos usuários destas edificações.

Os benefícios alcançados nestes empreendimentos são inegáveis. Além da economia de energia, destacam-se os aspectos de segurança, conforto e produtividade proporcionados pela implementação de *sistemas automatizados* de ar condicionado, ventilação, iluminação, redes de comunicação, sistemas de vigilância, controles de acesso, sistemas de gerenciamento predial, ente outros. Sem dúvida, o uso desta tecnologia proporciona maior conforto ao usuário e torna os empreendimentos mais econômicos, sobretudo, no que diz respeito ao consumo de energia.

Porém, observa-se que, de forma equivocada, estes benefícios são obtidos, exclusivamente, pela instalação de *sistemas e equipamentos* que, em geral, apenas auxiliam o controle e o gerenciamento dos recursos disponíveis nos edifícios. Salvo algumas exceções, as inovações tecnológicas comumente implementadas nos *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil não constituem formas de economia, mas sim de controle ou administração da utilização dos recursos prediais.

No Brasil, em geral, o conceito de *Edifício Inteligente* é obrigatoriamente associado à *automação predial*. Assim, observa-se a construção de empreendimentos dotados de todo tipo de sistemas e equipamentos automatizados, mesmo que estes produtos não sejam necessários para o desempenho satisfatório da edificação. Ao mesmo tempo, é comum observar, nesses mesmos empreendimentos, os problemas típicos da construção convencional, ou seja, altos índices de perdas no processo de produção, patologias sistêmicas, custos adicionais com adaptações logo após a entrega da obra, tempo de vida útil reduzido, dificuldades de manutenção, entre outros, alguns até agravados pelo modelo de inserção de tecnologia adotado.

Observa-se, ainda, que a adoção de um modelo onde as condições de utilização da edificação são garantidas, apenas por equipamentos e sistemas de controle acaba gerando transtornos nas atividades de uso/operação e manutenção do empreendimento, já que, em geral, os produtos e componentes utilizados são importados, o que dificulta sua reposição de maneira rápida e econômica. Como resultado, o que se vê são empreendimentos sofisticados, que, após algum tempo em fase de uso/operação, tornam-se *obsoletos* e até mesmo *inoperáveis*. Em muitos casos, esses empreendimentos não contemplam, sequer, os requisitos normativos de desempenho (tais como conforto, segurança, habitabilidade, durabilidade) e não atendem às necessidades básicas de seus usuários.

Desta forma, os edifícios construídos no Brasil, a partir do modelo norte-americano de *Edifício Inteligente*, não vêm alcançando o desempenho esperado. Por outro lado, sabe-se que as características de um edifício são definidas na fase de projeto, o que permite a implementação de ações voltadas para a garantia de desempenho através, por exemplo, da inserção de requisitos e critérios de desempenho adequados aos objetivos do empreendimento, de modo a orientar, inclusive, a escolha de tecnologias a serem implementadas para sua construção, uso/operação e manutenção. Assim, tendo em vista o caráter estratégico da *fase de projeto* na produção de um empreendimento, observa-se uma oportunidade de mudar este

quadro de insatisfação em relação aos edifícios brasileiros, através da proposição de recomendações de projeto que valorizem ações voltadas para garantia de *desempenho* dos edifícios, maximizando, em última análise, a satisfação do usuário.

Nesta dissertação, pretende-se propor recomendações que façam do projeto um instrumento para garantir que a edificação alcance seus *objetivos* e mantenha seu *desempenho* ao longo de todo o seu ciclo de vida, contemplando aspectos como *eco-eficiência* e *sustentabilidade* desde as atividades de construção, uso/operação, manutenção até a demolição. Antes, porém, é necessário discutir e adaptar o conceito a ser adotado na produção desses edifícios, definindo-se um modelo de construção que seja amplo e atual, com características adequadas à indústria nacional e comprometido com a *garantia de desempenho* não só da edificação, mas também da própria indústria da construção, viabilizando a produção de *Edifícios de Alto Desempenho*.

## 1.2 Alguns centros de referência em estudos relacionados ao tema

No Quadro 1.1, indicam-se alguns dos principais *centros de referência internacionais* em estudos relacionados ao tema desta dissertação. Observa-se que, de modo geral, as ações estão voltadas para a discussão e divulgação de novos conceitos e conhecimentos sobre ambiente construído e para a integração da indústria da construção com o meio ambiente, a partir dos princípios do *desenvolvimento sustentável*. Destacam-se a criação de fóruns de discussão, de grupos de pesquisa e de redes de informação de alcance internacional.

Quadro 1.1 - Centros de referência internacionais em estudos sobre o ambiente construído.

CENTRO DE REFERÊNCIA	ALGUMAS DAS PRINCIPAIS AÇÕES
<i>CIB - International Council For Research And Innovation In Building And Construction</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ coordenação de ações de <i>cooperação internacional</i> para a troca de informações sobre pesquisas ligadas ao setor da construção;</li> <li>▪ coordenação de grupos de pesquisa em <i>construção sustentável, avaliação ambiental</i> e de <i>desempenho de edifícios</i>, entre outras .</li> </ul>
<i>iiSBE – Sustainable Built Environment</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ promoção da adoção de políticas, métodos e instrumentos para inserir o conceito de <i>sustentabilidade</i> no <i>ambiente construído</i>;</li> <li>▪ criação de fóruns internacionais para a troca de informações.</li> </ul>
<i>GBC - Green Building Information Council</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cooperação internacional na disseminação de estudos relacionados ao <i>Green Building</i>;</li> <li>▪ coordenação de grupos de estudos para promover a inserção dos conceitos de <i>sustentabilidade</i> e <i>eco-eficiência</i> na indústria da construção e para desenvolvimento de metodologias para avaliação de desempenho de edifícios, entre outras pesquisas.</li> </ul>
<i>IETC - International Technology Centre (United Nations Environment Programme)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ promoção da aplicação de <i>tecnologias ecologicamente corretas (tecnologias limpas)</i>, na resolução de problemas urbanos como poluição, utilização de recursos e desperdício, sobretudo, nos <i>países em desenvolvimento</i>.</li> </ul>

Na Europa, podem ser observadas várias iniciativas em torno do desenvolvimento e consolidação de *novos conceitos* sobre os edifícios, bem como para minimizar o impacto causado pela indústria da construção no meio ambiente. Neste sentido, vários institutos de pesquisa, universidades, entidades, órgãos governamentais, entre outros setores organizados da sociedade, destacam-se como centros de referência, conforme pode ser observado no Quadro 1.2.

Quadro 1.2 - Centros de referência em estudos sobre o ambiente construído na Europa e Oceania.

CENTRO DE REFERÊNCIA	PAÍS	ALGUMAS DAS PRINCIPAIS AÇÕES
<i>BRE Building Research Establishment</i>	Inglaterra	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de padrões e ferramentas para avaliação de desempenho e de impacto ambiental de edifícios;</li> <li>▪ criação de programas para orientar o uso racional da energia em edifícios e na indústria da construção como um todo;</li> <li>▪ criação de metodologias para avaliação da sustentabilidade de produtos de construção (materiais, componentes, sistemas, equipamentos, serviços).</li> </ul>
<i>Delft University of Technology</i>	Holanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisas em <i>projeto &amp; sustentabilidade, avaliação de inovações tecnológicas e fontes alternativas de energia</i>;</li> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas sobre <i>produtos sustentáveis</i> (materiais e serviços em geral) para a indústria da construção.</li> </ul>
<i>Leiden University Institute</i>	Holanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas voltadas para o <i>uso racional de recursos</i> como solo, energia e água.</li> </ul>
<i>BYGGFORSK Norwegian Building Research Institute</i>	Noruega	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de <i>inovações tecnológicas</i> para construção civil;</li> <li>▪ <i>avaliação ambiental de edifícios</i> e produtos para construção;</li> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas em <i>eficiência energética, qualidade do ambiente interno</i>.</li> </ul>
<i>CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment</i>	França	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>avaliação de desempenho do ambiente construído</i>;</li> <li>▪ desenvolvimento de técnicas e modelos de simulação para testes de <i>desempenho</i> acústico, aerodinâmico, de iluminação e outros requisitos do ambiente construído.</li> </ul>
<i>MOTIVA Oy Information Centre for Energy Efficiency</i>	Finlândia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ promoção do <i>uso eficiente da energia</i> e do desenvolvimento do mercado de <i>fontes renováveis</i> de energia;</li> <li>▪ disseminação de informações/desenvolvimento de métodos para impulsionar a <i>inovação tecnológica</i> na indústria da construção.</li> </ul>
<i>University of New South Wales</i>	Austrália	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas sobre <i>reutilização de materiais, emissões atmosféricas, gerenciamento de resíduos, eficiência energética</i> e outros aspectos da indústria da construção;</li> <li>▪ criação/manutenção de <i>redes de informação</i> para subsidiar o desenvolvimento de <i>políticas públicas de eficiência energética</i>.</li> </ul>

No Quadro 1.3, indicam-se alguns centros de referência em estudos sobre o tema na América do Norte, onde também destacam-se as iniciativas para discutir e divulgar conceitos como o *Green Building* e o *Intelligent Building*, além das ações voltadas para o uso racional de recursos naturais.

Quadro 1.3 - Centros de referência em estudos sobre o ambiente construído na América do Norte.

CENTRO DE REFERÊNCIA	PAÍS	ALGUMAS DAS PRINCIPAIS AÇÕES
<i>U.S. DOE Center of Excellence for Sustainable Development</i>	Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ disseminação dos princípios do <i>Green Building</i>;</li> <li>▪ criação de programas específicos para melhorar o desempenho de edifícios já construídos em algumas cidades norte-americanas;</li> <li>▪ elaboração de manuais com recomendações/orientações para projetos de <i>Green Building</i>;</li> <li>▪ avaliação da eficiência energética de edifícios.</li> </ul>
<i>USGBC - United States Green Building Council</i>	Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ orientação para o desenvolvimento de manuais para construção de edifícios, com base nos princípios do <i>Green Building</i>;</li> <li>▪ integração da indústria da construção com o meio ambiente, através de projetos que envolvem empresas, profissionais e entidades governamentais.</li> </ul>
<i>CTBUH - Council on Tall Building and Urban Habitat</i>	Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ atividades conjuntas de empresas e entidades interessadas no desenvolvimento do mercado de <i>Edifícios Inteligentes</i>;</li> <li>▪ desenvolvimento de estudos para adaptar o conceito de <i>Edifício Inteligente</i> nos países interessados. Estes estudos já foram realizados na Europa, EUA, América Latina, Japão, Ásia.</li> </ul>
<i>CSBR - Center for Sustainable Building Research – University of Minnesota, USA.</i>	Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas sobre o projeto de <i>edifícios sustentáveis e eficiência energética</i> na indústria da construção;</li> <li>▪ elaboração de manuais com orientações para projetos de <i>construções sustentáveis</i>;</li> <li>▪ criação/manutenção de bases de dados com orientações sobre a seleção e o uso de <i>materiais e serviços sustentáveis</i>.</li> </ul>
<i>NRCan - Natural Resources Canada (Government)</i>	Canadá	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ apoio ao desenvolvimento de pesquisas sobre <i>desenvolvimento sustentável e uso racional de recursos naturais</i>;</li> <li>▪ criação e manutenção de <i>redes de informações</i> sobre uso racional de recursos, disponibilizada à consulta pública.</li> </ul>
<i>British Columbia University</i>	Canadá	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas, projetos educacionais para a promoção do <i>projeto orientado para o meio ambiente</i>, cujo objetivo é minimizar o impacto ambiental e social e da indústria da construção.</li> </ul>

No Brasil, algumas universidades e instituições de pesquisa destacam-se por iniciativas em estudos sobre o ambiente construído e suas transformações, conforme indicado no Quadro 1.4. Várias universidades brasileiras dedicam-se, com sucesso, a pesquisas sobre conforto, desempenho de materiais e edifícios, gerenciamento de resíduos e eficiência energética, entre outros estudos. Porém, observa-se a carência de ações para compartilhar as experiências e resultados obtidos nessas pesquisas.

Ressalta-se assim, a necessidade de criação de *redes de pesquisa* para a difusão de informações que contribuam para a inserção dos conceitos de *eco-eficiência* e *sustentabilidade* na indústria da construção como um todo.

Quadro 1.4 - Algumas experiências no Brasil em estudos relacionados ao tema da dissertação.

INSTITUIÇÃO	ALGUMAS EXPERIÊNCIAS
<i>PCC/USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisas sobre <i>reciclagem de resíduos; gestão urbana; sistemas prediais</i> para conforto e automação predial; <i>qualidade de projeto; racionalização de processos; inovações tecnológicas; desempenho de materiais e sistemas</i>; entre outras pesquisas.</li> </ul>
<i>C+E Construção Civil e Meio Ambiente Universidade Estadual de Campinas São Paulo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisas sobre <i>impactos ambientais dos edifícios e da indústria da construção, projeto orientado para o meio ambiente, ferramentas para avaliação do impacto ambiental de materiais.</i></li> </ul>
<i>NORIE - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação Universidade Federal do Rio Grande do Sul</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisas sobre o <i>conforto</i> no ambiente construído, <i>avaliação de desempenho das edificações, edificações &amp; comunidades sustentáveis.</i></li> </ul>
<i>LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações Universidade Federal de Santa Catarina</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ desenvolvimento de pesquisas sobre <i>eficiência energética</i> em edifícios, <i>conforto e desempenho térmico</i> de edificações, avaliação e aplicação de instrumentos e metodologias de medição e monitoramento de variáveis ligadas ao conforto ambiental.</li> </ul>
<i>Departamento de Estruturas e Edificações Universidade Federal do Espírito Santo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisas sobre <i>reciclagem de resíduos, avaliação ambiental</i> de edifícios, <i>análise do ciclo de vida</i> de materiais, <i>desempenho</i> de sistemas construtivos, <i>qualidade de projeto e manutenção</i> de edifícios.</li> </ul>
<i>Grupo de Estudo em Eficiência Energética Universidade Federal do Espírito Santo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ estudos sobre <i>eficiência energética</i>, desenvolvimento de equipamentos/componentes de baixo consumo de energia elétrica.</li> </ul>

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo geral

O principal objetivo desta dissertação é a proposição de recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho* destinados ao uso comercial, associando os conceitos de *eco-eficiência* e *sustentabilidade* aos objetivos e requisitos de desempenho deste tipo de empreendimento.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- discutir e sistematizar o conceito de *Edifício de Alto Desempenho*, através do levantamento da bibliografia disponível sobre o tema, identificando sua origem e outros aspectos relevantes de modo a justificar sua aplicação em substituição ao conceito de *Edifício Inteligente*, atualmente adotado no Brasil;
- caracterizar a metodologia, os critérios para concepção e o processo de projeto adotados na produção de *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil;

- analisar o desempenho dos *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil, de modo a subsidiar a identificação dos problemas típicos deste tipo de empreendimento e suas relações com o processo de projeto;
- propor a inserção dos conceitos de *eco-eficiência* e *sustentabilidade* no projeto dos edifícios, de acordo com *níveis de desempenho* definidos para a edificação;

#### 1.4 Metodologia

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, na qual observou-se que o conceito de *Edifício de Alto Desempenho* encontra-se em franco processo de consolidação. Desta forma, com o intuito de formar uma base teórica para subsidiar a proposição de recomendações de projeto, realizou-se uma discussão sobre os principais conceitos atribuídos a este tipo de empreendimento, adotando-se, ao final da discussão, um conceito para o desenvolvimento desta dissertação. A pesquisa bibliográfica também subsidiou o estabelecimento de critérios para a análise das relações entre os problemas de desempenho dos edifícios e seu processo de projeto, bem como forneceu informações para a proposição das recomendações de projeto.

Posteriormente, realizou-se um estudo envolvendo 12 edifícios, em duas cidades distintas, sendo estas as principais etapas:

- a) revisão bibliográfica dos assuntos relacionados ao tipo de empreendimento em estudo;
- b) estudos de caso envolvendo quatro empreendimentos da cidade de Vitória/ES e oito da cidade de São Paulo/ES. Estes estudos foram desenvolvidos em duas etapas principais:
  - i) *diagnóstico preliminar em São Paulo/SP*, no qual as técnicas selecionadas para a coleta de dados foram testadas e adaptadas. Esta etapa envolveu visitas a oito empreendimentos, além de entrevistas e de avaliações técnicas em dois empreendimentos entre os oito selecionados. O diagnóstico preliminar, que também forneceu informações para a proposição das recomendações de projeto, foi desenvolvido a partir das seguintes atividades:
    - preparação de roteiros para entrevistas, questionário para pesquisa de opinião junto aos usuários, modelos de fichas de avaliação e outros instrumentos de coleta utilizados nos estudos de caso;
    - visitas técnicas a oito empreendimentos;

- entrevistas auxiliadas por roteiros específicos, envolvendo os projetistas, construtores e administradores de condomínio de dois empreendimentos;
  - avaliação técnica e aplicação de questionário junto aos usuários de dois empreendimentos;
- ii) *estudo em Vitória/ES*, no qual foram identificados problemas de desempenho e falhas no processo de projeto dos empreendimentos selecionados. Este estudo foi dividido nas seguintes etapas:
- adaptação dos roteiros para entrevistas, questionário para pesquisa de opinião, modelos de fichas de avaliação e demais instrumentos de coleta utilizados;
  - entrevistas com projetistas, construtores e fornecedores envolvidos no processo de projeto de quatro empreendimentos (três em fase de projeto e um em fase de uso/operação) para obtenção de dados sobre os respectivos processos de projeto;
  - avaliação pós-ocupação de um empreendimento em fase de uso/operação, envolvendo uma pesquisa junto aos usuários e uma avaliação técnica realizada pela pesquisadora para identificação de problemas de desempenho;

Os resultados obtidos, tanto no diagnóstico preliminar como nos estudos de caso realizados em Vitória/ES, foram tratados e analisados de acordo com as seguintes etapas:

- tabulação, tratamento estatístico e análise dos dados e informações obtidos;
- identificação de falhas e deficiências no processo de projeto e análise dos principais problemas de desempenho observados para identificação de suas origens e possíveis relações com o processo de projeto;

Finalmente, a partir das conclusões dos estudos de caso e das informações obtidas na pesquisa bibliográfica e no diagnóstico preliminar foram então propostas as *recomendações de projeto para Edifícios de Alto Desempenho*. Tais recomendações incluem desde a definição dos objetivos do empreendimento, níveis e requisitos de desempenho e da metodologia de projeto, até o tratamento de aspectos mais específicos relacionados às fases de execução, uso/operação, manutenção e demolição da edificação.

## 1.5 Estrutura da dissertação

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. No **primeiro capítulo**, apresenta-se a importância do tema, a justificativa para o desenvolvimento do trabalho, os centros de

referência em estudos relacionados ao tema, os objetivos do trabalho, a metodologia utilizada para alcançar tais objetivos, bem como a estrutura geral do trabalho.

No **segundo capítulo**, discute-se o conceito do *Edifício de Alto Desempenho*, no contexto da evolução da indústria da construção civil e da sociedade. Para tanto, são apresentados e analisados os principais conceitos encontrados na literatura disponível sobre o tema, destacando-se os conceitos originários dos Estados Unidos, Japão e Europa.

No **terceiro capítulo**, são analisados os principais aspectos relacionados ao processo de projeto, suas principais etapas e intervenientes, bem como sua influência sobre o desempenho das edificações.

O **quarto capítulo** consiste no detalhamento e exposição da metodologia de pesquisa adotada na realização desta dissertação. São apresentadas as principais etapas da pesquisa, que se divide, basicamente, em pesquisa bibliográfica, estudos de caso e proposição de recomendações para *Edifícios de Alto Desempenho*. Apresenta-se ainda, as etapas de desenvolvimento dos estudos de caso, o tratamento dos dados obtidos e a forma como foram contornados os problemas ocorridos durante sua realização.

No **capítulo cinco**, são apresentados e discutidos os resultados obtidos nos estudos de caso, identificando-se as possíveis relações entre os problemas de desempenho e o processo de projeto adotado na produção de cada empreendimento selecionado para a pesquisa. São apresentadas, ainda, as principais conclusões obtidas nos estudos de caso. A partir destas conclusões e da revisão de literatura apresentada nos capítulos 2 e 3, são propostas recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*, objetivo principal desta dissertação.

No **capítulo seis**, são apresentadas as principais conclusões obtidas durante a realização da pesquisa, além de algumas sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2 - EDIFÍCIO DE ALTO DESEMPENHO: UM CONCEITO EM EVOLUÇÃO

---

### 2.1 Introdução

As transformações ocorridas, sobretudo no ramo das telecomunicações e informática, influenciaram significativamente a forma de utilização das edificações. Os espaços passaram a ser utilizados virtualmente e a vida cotidiana vem se tornando cada vez mais frenética, exigindo das pessoas mais eficiência, produtividade e precisão na realização de suas tarefas.

Por outro lado, as constantes alterações climáticas do planeta, aliadas às transformações do próprio comportamento humano, forçam a cada dia o desenvolvimento de novas tecnologias com o objetivo de proporcionar conforto, qualidade e segurança às atividades humanas, seja no ambiente de trabalho, moradia ou lazer.

No segmento de edificações comerciais, o desenvolvimento dessas tecnologias é especialmente rápido e intenso. Como resultado de tantas transformações, tornou-se inadmissível para a indústria da construção conceber um edifício sem que este ofereça facilidades que permitam ao usuário interagir de forma não passiva com o ambiente construído.

Há cerca de 40 anos surgiu o *Edifício Inteligente*, um modelo de edificação proposto para melhor acompanhar a evolução das sociedades. No Brasil há mais de 20 anos, este tipo de edificação vem se consolidando nos grandes centros e desponta como uma tendência para mercados menores, como o da cidade de Vitória/ES.

No entanto, o conceito de *Edifício Inteligente*, originário dos Estados Unidos em meio a uma crise energética e em plena revolução tecnológica, vem se mostrando tão dinâmico quanto as próprias transformações que deram origem a ele.

Após disseminado em vários países, o *Edifício Inteligente* vem evoluindo e assumindo variações e denominações diversas, originando as edificações atualmente conhecidas como *Green Building*, *Edifício de Alto Desempenho* e *Responsive Building*, entre outras.

O objetivo principal deste capítulo é apresentar e discutir os diversos conceitos e tendências existentes sobre esse tipo de edificação, contribuindo ao final da discussão, para a convergência de um conceito único, atual e abrangente, que será utilizado como base para o desenvolvimento desta dissertação.

Apresenta-se, ainda, um panorama da situação atual do Brasil e da cidade de Vitória/ES em relação a estes conceitos e tendências.

## 2.2 Dos prédios convencionais às edificações autônomas

O Edifício de Alto Desempenho não é algo criado para atender às necessidades específicas da indústria da construção. Ao contrário, ele surge como resultado da transformação das sociedades e de seus hábitos. É fruto do desenvolvimento tecnológico, da evolução cultural, de necessidades individuais e coletivas. Traduz não somente a evolução da construção convencional, milenar, mas, sobretudo, expressa uma nova visão sobre a edificação, o usuário, o ambiente e a integração entre eles.

### 2.2.1 A primeira visão: flexibilidade

Em 1904, quando o arquiteto Frank Loyd Wright afirmou que o edifício é a "*expressão diretamente ligada a seu propósito, como um transatlântico, um avião ou um automóvel*", provavelmente já havia percebido a necessidade de mudanças na forma de conceber e construir os edifícios. Naquela época, ele projetou o edifício *Larkin*, um marco na história da arquitetura americana. Pela primeira vez um edifício trazia os elementos de comunicação e serviços isolados da estrutura da edificação (DEGW *et al.*, 1998).

Essa nova visão, ou conceito, sobre o edifício buscava a separação de seus elementos mais rígidos e duráveis, onde as mudanças ocorriam lentamente, de outros componentes e sistemas sujeitos a transformações mais frequentes. Assim, alcançava-se a flexibilidade necessária para que os edifícios acompanhassem a frenética evolução tecnológica daquele início de século.

Já na década de 60, de forma mais abrangente, arquitetos ingleses propuseram o isolamento dos *componentes duráveis* do edifício, daqueles mais suscetíveis às mudanças. Eles haviam percebido que a longa vida útil das edificações não se acomodaria às mudanças tecnológicas e culturais ocorridas em ciclos cada vez mais curtos.

### 2.2.2 O conceito norte-americano

A crise mundial de energia no início dos anos 70 impulsionou a indústria da micro-eletrônica na criação de equipamentos que pudessem proporcionar maior eficiência e produtividade ao trabalho e, ao mesmo tempo, racionalizar o uso da energia (CORRÊA, 1995). Mais tarde, na segunda metade da década de 80, os PC - *Personal Computers* - passaram a dominar os escritórios corporativos<sup>1</sup>, invadindo as estações de trabalho, o que provocou impactos

---

<sup>1</sup> As grandes corporações começaram a substituir seus *mainframes*, computadores caracteristicamente grandes e robustos, por máquinas cada vez menores e mais potentes, dando início às grandes mudanças que até hoje movimentam a *Tecnologia da Informação* (DEGW *et al.*, 1998).

significativos nos edifícios, influenciando, principalmente, os sistemas elétricos, a iluminação, a comunicação e a utilização dos espaços (HARTKOPF *et al.*, 1993).

Neste cenário, os edifícios comerciais norte-americanos passaram a acomodar grandes conglomerados de empresas, transformando-se em quartéis-generais onde a tecnologia era fundamental para a realização de qualquer atividade. Com equipamentos que ocupavam espaços cada vez menores e com uma progressiva redução do número de funcionários, as empresas passaram a necessitar de escritórios dotados de facilidades (equipamentos, serviços, tecnologia) que pudessem reduzir o trabalho humano.

Assim, diante de uma grave crise de energia e da rápida disseminação dos computadores, a indústria da construção norte-americana percebeu a necessidade de viabilizar uma alternativa para a edificação eficiente e produtiva. Os termos utilizados para referir-se a este tipo de empreendimento estavam sempre relacionados aos sistemas informatizados que a edificação possuía.

E assim surgiu, na década de 70, o termo *Intelligent Building*<sup>2</sup>, uma expressão que se tornaria mundialmente conhecida e que, até hoje, é utilizada para denominar este tipo de edificação, em vários países do mundo.

O *Intelligent Building Institute*, uma entidade americana de alcance internacional dedicada à pesquisa e divulgação de tecnologias para *Edifícios Inteligentes*, define este tipo de empreendimento como *uma edificação que integra diversos sistemas para gerenciar eficazmente os recursos prediais, de modo coordenado, maximizando a flexibilidade, o desempenho do empreendimento e a relação entre os investimentos realizados e a economia esperada nos custos de operação* (KRONER, 1997).

Ressalta-se que esse conceito sugere edifícios dotados do maior número possível de *serviços e facilidades* que possam aumentar a *produtividade* e a *eficiência* do trabalho, com a máxima *economia* possível de energia. Tudo isso como resultado da utilização maciça de máquinas, equipamentos e sistemas que viabilizem o controle e o gerenciamento predial.

Os edifícios Sears Tower (Figura 2.1) e World Trade Center<sup>3</sup> (Figura 2.2) são dois dos mais famosos exemplos de *Edifícios Inteligentes* já construídos nos Estados Unidos.

---

<sup>2</sup> Em português, *Edifício Inteligente*.

<sup>3</sup> Em 11 de setembro de 2001, o World Trade Center foi destruído em um atentado terrorista onde cada uma das duas torres principais do complexo foi atingida por um avião *Boeing 767-200*, com cerca de 270t cada (180t de massa mais 90t de combustível).



Construído, em 1974, na cidade de Chicago/USA, este é um dos mais altos edifícios do mundo (109 andares) e foi projetado para resistir a grandes impactos e vibrações.

Localizado em um dos principais centros financeiros dos Estados Unidos, com vista panorâmica para ruas movimentadas, parques e para a baía, possui vários andares com áreas para lazer, compras e vivência.

As fachadas imponentes, em vidro e concreto, proporcionam bom isolamento termoacústico.

Possui sistema de ar condicionado central com zonas climatizadas e acesso para controle do usuário. O sistema de gerenciamento predial integra elevadores, incêndio (sensores, *splinkers*, alarmes e pressurização), iluminação e telefonia.

Sistema de vigilância 24horas por Circuito Fechado de TV em áreas estratégicas.

O edifício conta, ainda, com uma rede interna de comunicação distribuída em pontos estratégicos, acessível somente por usuários autorizados.

Figura 2.1 - Sears Tower (a partir de CTBUH, 1986 e CTBUH, 1999).



Compõe-se de um complexo com oito edifícios comerciais construído na cidade de New York/USA, onde destacam-se as duas torres principais com 110 andares cada (inauguradas em 1972 e 1973).

Situado no centro financeiro da cidade, possui vista panorâmica, além de vários andares com áreas para vivência, compras e lazer.

O sistema estrutural (predominantemente em aço) foi projetado para resistir a grandes impactos e vibrações<sup>4</sup>.

Possui acesso subterrâneo a estações de metrô e integração com linhas de ônibus. Para minimizar os efeitos da poluição, conta com sistema de ventilação e exaustão forçados.

A fachada em concreto, alumínio e vidros reflexivos oferece bom isolamento termoacústico.

A segurança é garantida pela separação dos acessos. Há entradas exclusivas para o sistema de transporte (no nível da rua), para as torres de escritórios e centros de convenções (portarias com sistema de identificação por cartão). Um Circuito Fechado de TV cobre as entradas mais movimentadas e suscetíveis.

O sistema de ar condicionado central é dividido em zonas climatizadas em alguns ambientes.

Um sistema de gerenciamento predial integra elevadores, sistema incêndio (sensores, *splinkers*, alarmes e pressurização), telefonia e iluminação.

Possui rede interna de comunicação distribuída, acessível somente por usuários autorizados.

Figura 2.2 - World Trade Center (a partir de CTBUH, 1986 e CTBUH, 1999).

<sup>4</sup> Apesar da polêmica em torno das causas da destruição do World Trade Center, acredita-se que o impacto provocado pelo choque dos aviões contra as torres, somado ao incêndio que se seguiu, possa ter sido a causa do colapso da estrutura de aço. Ao desabarem, as torres principais provocaram o desabamento imediato de outros dois edifícios do complexo e comprometeram as estruturas dos demais (SAYEGH, 2001).

Devido a fatores como a segurança e as facilidades tecnológicas oferecidas pelo *Edifício Inteligente*, a procura por esse tipo de empreendimento vem se tornando cada vez mais freqüente, impulsionando a construção de edifícios cada vez mais altos, com enormes áreas construídas.

Atualmente, podem ser observados nas principais cidades norte-americanas, grandes conglomerados de edifícios, abrigando milhares de pessoas, o que causa impactos diretos na infra-estrutura de serviços públicos, tais como no abastecimento de água e energia, na coleta e tratamento de lixo, nas áreas para estacionamento, no transporte, (HPB, 1999).

Assim, como forma de minimizar o impacto causado pela construção deste tipo de empreendimento no meio urbano, várias iniciativas vêm surgindo no sentido de regulamentar a construção dos *Edifícios Inteligentes* nas cidades norte-americanas.

Neste contexto, desponta o *High Performance Building*<sup>5</sup>, um modelo de edificação que reúne, além dos atributos consolidados pelos *Intelligent Buildings*, características voltadas para o planejamento urbano, ações para viabilizar o uso racional da infra-estrutura urbana, além de maiores preocupações com a saúde e o conforto do usuário e com a preservação do meio ambiente de modo geral.

### 2.2.3 A contribuição japonesa

No início da década da 80, os japoneses adotaram entusiasmadamente o modelo de *Edifício Inteligente* originário dos Estados Unidos, construindo rapidamente vários empreendimentos com tecnologia de ponta, ou seja, edifícios que disponibilizavam uma vasta gama de serviços para comunicações e facilidades para a realização das tarefas desenvolvidas pelos usuários.

Desta forma, de todos os países asiáticos, certamente o Japão é o que aparece como referência em termos de *Edifícios Inteligentes*. O crescimento deste tipo de edificação no país recebeu grande incentivo governamental através do Ministério das Construções Japonês, que lançou um programa de financiamento especial para este tipo de projeto. Para receber os incentivos governamentais, os projetos deveriam possuir as seguintes características (DEGW et al., 1998):

- facilidades e sistemas de informação e comunicação altamente sofisticados e previsão para introdução futura de novas facilidades e sistemas;

---

<sup>5</sup> Em português, *Edifício de Alto Desempenho*.

- sistemas de manutenção altamente sofisticados e funções de controle para economizar energia em ar condicionado e iluminação, além de provisões de facilidades para prevenção de desastres, instalações de segurança e ambientes amplos;
- medidas apropriadas para operar em segurança as facilidades e os sistemas de informações e comunicações; e
- possibilidades de conexão com outros prédios através de redes sofisticadas de comunicação.

Ressalta-se que as construções japonesas destacavam-se por duas características peculiares: eram especialmente altas e possuíam estruturas cuidadosamente planejadas para abrigar todo tipo de tubulações e dutos que alimentavam os mais diversos sistemas do edifício. Esta última característica, aliás, foi a solução adotada naquela época pelos japoneses para viabilizar o funcionamento dos edifícios diante da ameaça constante dos abalos sísmicos, típicos daquela região do planeta.

Para suportar os freqüentes deslocamentos causados por abalos sísmicos, os edifícios eram construídos com *shafts* na parte central da estrutura, especialmente projetados para permitir que elementos como tubulações, dutos de ar e instalações de incêndio se movimentassem sem prejudicar o funcionamento dos serviços oferecidos pelo prédio. Até os elevadores, também abrigados na parte central da estrutura, possuíam dispositivos para absorver a movimentação causada pelos tremores de terra.

Além disso, a elevada densidade demográfica e as inúmeras dificuldades enfrentadas pelo Japão na exploração de seus recursos naturais contribuíram para o desenvolvimento de tecnologias voltadas para o uso racional da água, da energia e até mesmo do ar.

Os *Edifícios Inteligentes* construídos no Japão destacam-se pelas tecnologias para tratamento de esgoto nas instalações do próprio edifício (com possibilidade de reaproveitamento da água resultante do processo de tratamento para atividades secundárias, tais como jardinagem e resfriamento de equipamentos), sistemas termelétricos de refrigeração, balanceamento de cargas térmicas, elevadores integrados com escadas de incêndio, entre outras, tudo isso cuidadosamente alocado na parte central do edifício (HARTKOPF et al., 1993).

Nas Figuras 2.3 e 2.4, podem ser observados alguns exemplos de edifícios japoneses construídos a partir deste conceito.



Construído em 1986 em Akasaka/Tokyo, o ARK MORI é parte de um complexo de edifícios, que atendem 12.500 usuários/dia.

Algumas características importantes:

- o sistema de segurança inclui circuito fechado de TV e sensores de presença e de movimento, para casos de terremotos;
- conta com salas para videoconferência e linhas de transmissão de dados via satélite, 24h/dia;
- possui sistema de captação de energia solar e sistema de termoacumulação para aquecimento de água;
- conta com várias zonas climatizadas com Volume Variável de Ar de até 600m<sup>2</sup>;
- possui sistema de *iluminação natural* com coletores que captam a luz solar a transmitem para os ambientes internos através de cabos de fibra ótica. Esse sistema filtra os raios ultravioleta e infravermelho;
- um robô percorre as áreas de uso comum fazendo o monitoramento da *qualidade do ambiente interno* e enviando dados para um sistema, que regula automaticamente as condições de temperatura, ventilação, umidade, luminosidade e outras características ambientais, a partir de parâmetros pré-determinados;
- conta com revestimentos externos que acumulam calor em dias frios e liberam em dias quentes;
- possui salas *antistress* com cadeiras, equipamentos de som e imagens e massagem relaxante.

Figura 2.3 - ARK MORI Building (a partir de HARTKOPF, 1993).



Construído em 1984, na cidade de Shibaru/Tokyo, para abrigar 7.600 usuários.

Algumas características importantes:

- áreas para fumantes, lanchonetes, compras, conveniência e mini parques para caminhadas que possibilitam a ventilação natural e renovação do ar nas áreas comuns do edifício;
- as escadas de incêndio são interligadas aos elevadores e corredores possuem 3m de largura;
- *shafts* para distribuição dos sistemas de incêndio, ar condicionado, esgoto e outras instalações, de modo a facilitar a manutenção;
- sala de comando para gerenciamento dos sistemas prediais, canais de comunicação distribuídos em todos os andares por fibra ótica (vertical) e cabos coaxiais (horizontal) transitando pelos forros e pisos elevados;
- reciclagem da água servida com reutilização em atividades secundárias como limpeza e jardinagem, por exemplo;
- persianas que reduzem a claridade e cortinas que escurecem os ambientes, tetos com isolamento acústico e sistema de som instalado estrategicamente para diminuir a interferência de ruídos.

Figura 2.4 - Toshiba Headquarters (a partir de HARTKOPF, 1993).

Assim, a contribuição japonesa para a evolução do conceito de *Edifícios Inteligentes*, concentrou-se, principalmente, nos aspectos ligados à segurança da edificação e ao uso racional de seus recursos.

Mais recentemente, no início da década de 90, numa pesquisa realizada junto a várias empresas japonesas de construção civil, foram identificados três atributos indispensáveis para um *Edifício Inteligente*. Na opinião dos entrevistados, os edifícios devem (ATKIN, 1993):

- *saber* o que acontece em seu interior e, imediatamente, o que acontece no seu exterior;
- *decidir* qual a maneira mais eficiente de proporcionar um ambiente confortável, conveniente e produtivo aos seus usuários;
- *responder* rapidamente às expectativas de seus usuários.

Estas novas *necessidades* sugerem uma edificação repleta de aparatos eletrônicos e sistemas informatizados, que possam conferir a uma edificação faculdades humanas como *saber*, *decidir e responder*, o que mostra que o conceito japonês, assim como em todos os países que adotaram este tipo de edificação, está em constante evolução.

#### **2.2.4 Da Europa, um conceito voltado para o *desempenho***

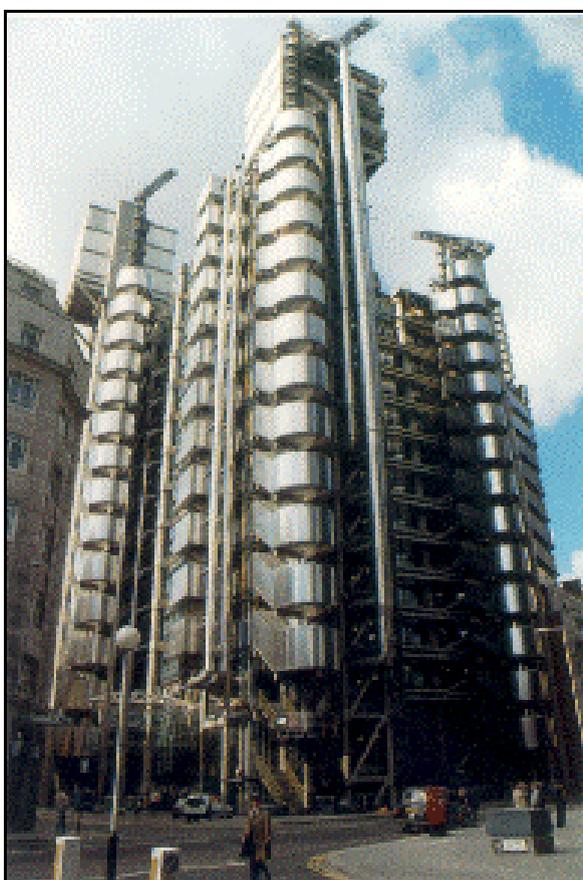
Em 1968, o *American Institute of Architects* - AIA - fez um levantamento concluindo que, em todo o mundo, cerca de 550 edifícios já haviam sido construídos com algum sistema de controle e supervisão. Nove anos depois, a mesma entidade registrava mais de 2.132 edificações, cujo projeto contemplava algum tipo de sistema inteligente. No início da década de 90, registrava-se a existência de cerca de 6.500 sistemas supervisores instalados em prédios do mundo inteiro, com uma taxa de crescimento anual de 25% (CASTRO NETO, 1994).

Estes números são justificados pela crescente necessidade mundial de reduzir gastos com energia e manutenção dos edifícios. Nos anos 90, a maioria dos sistemas encontrava-se instalada em prédios norte-americanos, mas esperava-se que a Europa Ocidental se igualasse em proporções num prazo de até 10 anos.

Mas, devido à forte influência de fatores culturais no mercado imobiliário europeu, o *Edifício Inteligente* só chegou aos países europeus, no final dos anos 80, com um pouco de atraso em relação aos Estados Unidos e Japão. Ademais, como os sistemas de telecomunicações da maioria desses países ficaram a cargo do governo por muitos anos, a falta de concorrência desestimulou o desenvolvimento de tecnologias ligadas à prestação de serviços que poderiam ser implementadas nos edifícios comerciais.

Na Europa, o conceito das edificações, de um modo geral, sempre esteve voltado para a estrutura do edifício, os materiais, a qualidade dos detalhes e o desempenho das construções ao longo do tempo. Os edifícios revelam uma fascinação pela estética e tendem a ser menores do que as construções norte-americanas e japonesas. Em geral, os edifícios são mais baixos e abrigam ambientes menores (HARTKOPF *et al.*, 1993).

Considerado por muitos especialistas como um *modelo de Edifício Inteligente*, o edifício sede da companhia de seguros Lloyd's (Figura 2.5) foi projetado a partir do conceito tipicamente europeu, onde predominam as preocupações com a qualidade da edificação (expressa no cuidado com os detalhes construtivos e na escolha dos materiais) e com as possibilidades de efetuar mudanças e adaptações sem causar grandes transtornos para o usuário.



Algumas características importantes:

- os diversos subsistemas (ar condicionado, elétrico, telecomunicações, transporte, entre outros) foram instalados no exterior do edifício, em tubulações aparentes, quando possível, de forma a facilitar adaptações e a manutenção;
- possui forros com tratamento contra insetos e destaca-se pelo uso de materiais cuidadosamente selecionados para garantir o desempenho da edificação por toda a sua vida útil;
- conta ainda com controle individual na mesa de trabalho para brilho e intensidade da iluminação;
- nas paredes, revestimentos e móveis foram utilizados materiais com alta absorção e baixa reflexão de ruídos para melhorar o desempenho acústico dos ambientes;
- as estações de trabalho possuem vista para o exterior e as janelas foram distribuídas para favorecer o fluxo de ar no interior do edifício;
- a distribuição dos dutos de retorno do ar condicionado (na fachada do edifício) foi cuidadosamente estudada para não interferir negativamente no aspecto estético tanto no exterior como no interior do prédio.

Figura 2.5 - Lloyd's Companhia de Seguros (a partir de HARTKOPF, 1993).

As preocupações com a flexibilidade nesse edifício podem ser observadas a partir do projeto, onde a estrutura foi concebida para durar 50 anos, o sistema de ar condicionado 15 anos e o de telecomunicações 5 anos.

De modo geral, os *edifícios comerciais* europeus privilegiam o usuário e suas necessidades. Para eles o edifício deve, antes de mais nada, oferecer um ambiente flexível e eficaz, na visão

do usuário. A tecnologia é somente uma forma de ajudar a edificação a alcançar seu objetivo enquanto espaço de trabalho, moradia ou lazer.

A partir da visão européia, o *Edifício Inteligente* passou a incorporar conceitos que enfatizam o equilíbrio entre o ser humano e o ambiente, ficando também conhecido como *Responsive Building*<sup>6</sup> (CLEMENTS-CROOME, 1997). Além de todas as facilidades e serviços, dos controles e sistemas, das preocupações com a estrutura, segurança e uso racional de recursos, os edifícios passaram a trazer também a preocupação com o usuário e, principalmente, com o desempenho para o qual foram projetados.

Contudo, este conceito é tão dinâmico quanto atual, permitindo versões que surgem a partir das mais diversas circunstâncias. Por isso, atualmente, podem ser percebidos três conceitos distintos nos edifícios comerciais europeus, diferentes daqueles construídos no resto do mundo:

- *Customer-Designed Building*, onde o edifício é projetado para maximizar seu *valor de utilização* por uma organização ou empresa específica;
- *Developer's Speculative Building*, onde o edifício é projeto para maximizar seu *valor de troca, e*
- o *Aesthetically* ou *Technology Driven Solution*, em que o edifício é projetado para maximizar o *valor de uma imagem*.

Os edifícios europeus destacam-se, ainda, pelas preocupações com o meio ambiente, com a *sustentabilidade* da edificação e da própria indústria da construção, além das ações voltadas para a integração do empreendimento com a cidade e com a sociedade.

### **2.2.5 Eco-eficiência: uma tendência**

A opção por materiais reciclados, a especificação de equipamentos que viabilizem o uso racional da água e da energia e reduzam as despesas com a manutenção das edificações, bem como soluções arquitetônicas que otimizem o aproveitamento da iluminação e ventilação

---

<sup>6</sup> Recentemente, o *CIB Work Group W98 - International Council for Research and Innovation in Building and Construction* acrescentou à definição do *Intelligent Building* o termo *responsive*, ampliando o termo *Intelligent Building* para *Intelligent and Responsive Building*. Este conceito sugere uma edificação de arquitetura dinâmica e receptiva, capaz de proporcionar a todos os usuários um ambiente produtivo e econômico, além de condições ambientalmente aprovadas através da contínua interação entre quatro elementos: *ambientes* (fábricas, estruturas, facilidades); *processos* (automação, controle, sistemas), *pessoas* (usuários, operadores) e *gerenciamento* (manutenção, desempenho); e da inter-relação entre todos esses elementos (CIB, 2000).

naturais, reduzindo a necessidade de climatização e condicionamento mecânicos são algumas das alternativas que contribuirão para a viabilidade da construção civil do futuro (JOHN, 2000).

Mas, se por um lado essas alternativas viabilizam as edificações do futuro, por outro representam um desafio para a sociedade. Construir de forma eficiente, sem poluir ou destruir o meio ambiente, racionalizando recursos e, ao mesmo tempo, proporcionar o devido conforto e satisfação para o usuário, ou seja, ser *eco-eficiente*, é algo que ainda está muito longe da realidade da indústria da construção na maioria das cidades do mundo.

A *eco-eficiência* propõe a reorientação da indústria da construção civil para o desenvolvimento sustentável. Nos países desenvolvidos, esta proposta já ultrapassou a esfera das discussões conceituais e chegou ao mercado, despertando o interesse de projetistas, construtores, sociedade, empresas de comércio, manufatura e suprimentos ligadas à construção civil. Tudo isso como reflexo de políticas públicas e da pressão do consumidor (FURTADO, 2001).

No entanto, a indústria da construção civil caracteriza-se por uma extensa e complexa cadeia que interage com outros segmentos da economia em qualquer região ou país onde se instala. Assim, a criação de ações conjuntas, envolvendo as empresas, a sociedade e o poder público torna-se indispensável para viabilizar o desenvolvimento tecnológico necessário para que a indústria da construção possa contribuir com o *desenvolvimento sustentável* de um país.

Para tanto, é fundamental que os governos criem políticas públicas adequadas para intensificar, principalmente, a educação e a formação profissional, bem como invistam no desenvolvimento de programas de pesquisa que estabeleçam novos conceitos sobre seus problemas e suas soluções (SPENCE & MULLIGAN, 1995; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sup>a</sup>, 1999).

Nesse sentido, observa-se que os países que apresentam os maiores avanços em direção à *eco-eficiência*, em geral, possuem amplas políticas públicas de incentivo ao *desenvolvimento sustentável*. Países como Holanda, Suécia, Inglaterra, Alemanha, Japão, Canadá e Estados Unidos destacam-se como referência no campo das políticas públicas, concentrando investimentos, principalmente, na conscientização e organização da sociedade. Desta forma, a própria população torna-se capaz de cobrar da indústria da construção posturas sintonizadas com o desenvolvimento sustentável do país.

No Quadro 2.1, são apresentados alguns exemplos das principais políticas e ações desenvolvidas por estes países.

Quadro 2.1 - Exemplos de políticas públicas de países desenvolvidos visando a eco-eficiência das edificações e a sustentabilidade da indústria da construção (a partir de VAN HAL & DULSKI, 1998; CURWELL et al., 1999; LARSSON, 1999; GLAUMANN et al., 1999; NOBUYUKI, 1999; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sup>b</sup>, 1999; TOOTHAKER, 2000; BARNETT, 2000; VAN HAL, 2000).

PAÍS	ALGUMAS AÇÕES E POLÍTICAS IMPORTANTES
Dinamarca	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ incentivo à reciclagem de resíduos resultantes da fabricação de cimento e componentes;</li> <li>▪ criação de impostos para disposição de resíduos não reciclados em locais administrados pelas autoridades municipais, contribuindo para a redução dos <i>passivos ambientais</i>;</li> <li>▪ apoio à pesquisa para desenvolvimento de técnicas de reciclagem de material de demolição;</li> <li>▪ incentivos fiscais e financiamentos para compra de equipamento para reciclagem.</li> </ul> <p>Com essas ações, atualmente, cerca de 80% do material proveniente de demolições é reciclado e comercializado no país.</p>
Inglaterra	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ programas para economia de energia, desde 1970, através do incentivo à pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias que busquem a economia de energia;</li> <li>▪ incentivos fiscais e financiamentos especiais para a compra de equipamentos que consomem menos energia;</li> <li>▪ programas de avaliação pós-ocupação de edifícios (desde a década de 90), contribuindo para a formação de um banco de dados para novos projetos. A maioria destas avaliações são realizadas por universidades e centros de pesquisa, com o apoio do governo;</li> <li>▪ a partir da publicação da Agenda 21, estabelecimento de metas relacionadas ao transporte, uso de materiais, saúde e resíduos, criando um sistemas de gerenciamento integrado através de <i>indicadores de desempenho ambiental</i>.</li> </ul> <p>A partir dessas ações vários segmentos da sociedade passaram a se interessar pelo tema, contribuindo para a criação de várias <i>organizações não-governamentais</i>, que atuam em conjunto com o governo no desenvolvimento da <i>construção sustentável</i> no país.</p>
Holanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ criação de políticas para redução do consumo de energia e da emissão de poluentes pela queima de combustíveis fósseis (desde a década de 70);</li> <li>▪ no início da década de 90, foram criadas políticas voltadas para qualidade de vida da população e, conseqüentemente, para a qualidade das edificações;</li> <li>▪ incentivo à criação de conselhos municipais para avaliar os princípios da <i>construção sustentável</i> a partir das propostas da Agenda 21, com a participação de representantes das prefeituras, moradores, construtoras e fabricantes de materiais;</li> <li>▪ incentivos fiscais e linhas especiais para financiamento de projetos que contemplam os princípios da <i>sustentabilidade</i>.</li> </ul> <p>Como resultado dessas políticas, espera-se que, até 2020, a quantidade de energia utilizada em processos relacionados à construção<sup>7</sup> seja reduzida em um quarto dos valores utilizados em meados da década de 90.</p> <p>Para o período compreendido entre 1995 e 2020, espera-se uma redução de 10% no consumo de água e 3% no consumo de madeira, além de reduções consideráveis (de 5 a 27%) na emissão de gases tóxicos e resíduos de toda natureza.</p>

<sup>7</sup> Considerando todo o ciclo de vida do edifício, ou seja, desde a extração de recursos para a fabricação de materiais e componentes de construção até as fases de construção, uso/operação, manutenção e demolição/desmontagem da edificação.

Quadro 2.1 - Exemplos de políticas públicas de países desenvolvidos visando a eco-eficiência das edificações e a sustentabilidade da indústria da construção (a partir de VAN HAL & DULSKI, 1998; CURWELL et al., 1999; LARSSON, 1999; GLAUMANN et al., 1999; NOBUYUKI, 1999; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sup>b</sup>, 1999; TOOTHAKER, 2000; BARNETT, 2000; VAN HAL, 2000). (continuação)

PAÍS	ALGUMAS AÇÕES E POLÍTICAS IMPORTANTES
Suécia	<p>O governo não criou uma legislação ambiental, deu preferência aos programas educativos à mobilização da sociedade.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cada cidade do país possui planos para atender às propostas da <i>Agenda 21</i>. Para a indústria da construção, os enfoques são o ciclo de vida dos materiais de construção e a convivência pacífica entre as edificações e o meio ambiente;</li> <li>▪ foram criadas comissões para discutir as responsabilidades sobre o impacto ambiental provocado pelas etapas de produção dos materiais e das próprias construções, buscando atender aos princípios do <i>desenvolvimento sustentável</i>;</li> <li>▪ em 1995, foi criado o <i>Ecocycle Council</i>, responsável pela elaboração de <i>planos de ações</i> para o desenvolvimento de materiais de baixo impacto ambiental e edifícios sustentáveis. Foram envolvidos projetistas, construtores, usuários, além dos responsáveis pela manutenção e pela demolição/desmontagem dos empreendimentos;</li> <li>▪ incentivos fiscais e financiamentos especiais para projetos de baixo impacto ambiental. Os projetos passaram a ser avaliados através de <i>indicadores de sustentabilidade</i>;</li> <li>▪ desenvolvimento de inovações tecnológicas, tais como separadores de urina, técnicas de seleção, coleta, tratamento e reciclagem de resíduos, para viabilizar a convivência harmônica entre o homem e o meio ambiente;</li> <li>▪ destaca-se, ainda, o uso intenso de energia solar, ventilação natural e sistemas de aquecimento a partir de fontes renováveis de energia.</li> </ul> <p>Como resultado dessas ações, as construções suecas, especialmente os prédios públicos, apresentam ambientes mais saudáveis, produtivos e seguros, além de terem sido construídos com materiais alternativos e de baixo impacto ambiental.</p>
Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ políticas para economia de energia desde o início dos anos 70, quando o país passou por uma grave crise de petróleo.</li> </ul> <p>Ainda hoje, o problema energético é o principal foco de atenção do governo alemão na lista dos problemas ambientais do país. Até 2005, o governo pretende diminuir a poluição causada pela emissão de CO<sub>2</sub> em, no mínimo, 20%.</p>
Canadá	<p>A base das ações está no estabelecimento de leis e outros mecanismos de regulamentação para a indústria da construção, definindo, inclusive, requisitos de desempenho para edificações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ criação de programas como o <i>Commercial Building Incentive Programme</i> - CBIP, que financia projetos que incorporem critérios de desempenho preestabelecidos por <i>comissões regulamentadoras</i>;</li> <li>▪ incentivo à criação de comissões envolvendo centros de pesquisa, universidades, empresas e representantes da sociedade para discutir e regulamentar as formas de utilização de recursos energéticos, entre outros aspectos da indústria da construção.</li> </ul> <p>Como resultado, destaca-se o <i>MNECB-Canadian Model National Energy Code for Buildings</i>, que estabelece critérios para o uso racional da energia nos edifícios.</p>
Itália	<p>Possui políticas relacionadas, sobretudo, à redução do consumo de água e da poluição dos mananciais, visando a melhoria da qualidade da água potável.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ criação de leis para incentivar o uso de tecnologias voltadas para a sustentabilidade das edificações em algumas regiões do país;</li> <li>▪ Incentivo à criação de parcerias entre entidades civis organizadas, arquitetos e o poder público, estabelecendo regras para a utilização de áreas degradadas das cidades, a partir dos princípios da <i>sustentabilidade</i>.</li> </ul>

Quadro 2.1 - Exemplos de políticas públicas de países desenvolvidos visando a eco-eficiência das edificações e a sustentabilidade da indústria da construção (a partir de VAN HAL & DULSKI, 1998; CURWELL et al., 1999; LARSSON, 1999; GLAUMANN et al., 1999; NOBUYUKI, 1999; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sup>b</sup>, 1999; TOOTHAKER, 2000; BARNETT, 2000; VAN HAL, 2000). (continuação)

PAÍS	ALGUMAS AÇÕES E POLÍTICAS IMPORTANTES
Estados Unidos	<p>De um modo geral, as políticas públicas baseiam-se nos princípios do <i>Green Building</i>. Cada cidade vem desenvolvendo suas próprias ações e, como resultado, são produzidos manuais com a finalidade de orientar a indústria da construção e a sociedade em geral no desenvolvimento urbano a partir dos princípios da <i>sustentabilidade</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ os manuais são produzidos com a participação de projetistas, construtores, autoridades, fabricantes de materiais e a sociedade. O governo atua como facilitador na organização dos grupos de trabalho e, posteriormente, viabiliza a publicação e a distribuição dos documentos ;</li> <li>▪ são propostas recomendações sobre as etapas de projeto (requisitos de desempenho, regras para ocupação do solo, seleção de materiais e técnicas construtivas), construção, uso/operação, manutenção e demolição/desmontagem dos empreendimentos;</li> <li>▪ desenvolvimento de produtos menos agressivos à saúde para a fabricação de tintas, revestimentos, luminárias, entre outros, resultando em sensível melhoria dos níveis da qualidade do ar no interior das edificações.</li> </ul> <p>Como resultado destas ações, podem ser observadas reduções significativas na produção de lixo e resíduos, bem como no consumo de água e energia e na emissão de poluentes como CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>.</p>
Japão	<p>A partir da crise mundial de energia na década de 70, foram instituídos programas voltados para desenvolvimento de tecnologias para utilização racional de água e energia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ criação do <i>Building Guideline for Energy Conservation</i>, um manual que orienta a indústria da construção e a sociedade em geral sobre o uso eficiente da energia;</li> <li>▪ criação leis para proteção ambiental baseadas nos princípios da <i>sustentabilidade</i>;</li> <li>▪ incentivo à criação e manutenção de um fórum permanente para discussões sobre o ciclo de vida dos produtos manufaturados e seu impacto ambiental, de forma a definir regras para o projeto, fabricação, uso e disposição de resíduos dos materiais industrializados;</li> <li>▪ criação e financiamento de grupos de trabalho com objetivo de estudar e definir regras que viabilizem a construção sustentável. Essas ações, geralmente, resultam em documentos que orientam as ações de construtores, projetistas e usuários;</li> <li>▪ desenvolvimento de tecnologias para captação de energia solar e eólica, minimizando o consumo de energia elétrica;</li> <li>▪ desenvolvimento de materiais cada vez mais duráveis e resistentes, tais como o aço e o concreto de alto desempenho;</li> <li>▪ disseminação do uso de equipamentos e sistemas de controle e gerenciamento predial voltados para a utilização racional dos recursos do edifício.</li> </ul>

### 2.2.6 O Green Building

Em países onde os *Edifícios Inteligentes* estão consolidados há mais tempo, sobretudo na Europa, podem ser observadas iniciativas no sentido de construir edifícios a partir de resíduos industriais, materiais reciclados e biodegradáveis, cujo processo de industrialização não agrida o meio ambiente e permita que a edificação seja totalmente reciclada após sua demolição.

Neste sentido, destaca-se um passo importante na evolução do conceito dos edifícios comerciais originando o *Green Building*, cujos princípios pressupõem, segundo GOTTFRIED (2000)<sup>8</sup>, preocupações como:

- ocupação ordenada e planejada do terreno e seus entornos;
- estratégias de construção de baixo impacto ambiental;
- utilização de materiais biodegradáveis e de fontes renováveis de energia, que diminuam os entulhos de demolição e possibilitem a reciclagem e/ou reutilização posterior;
- redução do uso de máquinas e equipamentos que consomem combustíveis fósseis;
- redução do consumo de minerais e outros recursos naturais para construção, e
- utilização de materiais e componentes de construção de baixo impacto ambiental e, ao mesmo tempo, viabilizem a eficiência no consumo de recursos como água e energia.

Na Figura 2.6, apresenta-se um exemplo que ilustra a viabilidade do uso de tecnologias de baixo impacto ambiental.



Consiste em um complexo de edifícios, que abrigam vários prédios de salas de aula, escritórios, áreas para vivência, cafeterias e central de facilidades.

A estratégia para reduzir o consumo de energia inclui: janelas amplas, sistema de ventilação de baixa rotação, fachadas orientadas para receber sol em determinados horários, captação de energia solar, iluminação e ventilação naturais.

Os edifícios são compactos, desenhados a partir de modulações e posicionados de forma a favorecer a ventilação.

As janelas e outras aberturas são responsáveis por 60% da iluminação dos ambientes internos.

Um sistema automático de controle monitora os níveis de *iluminamento* de cada ambiente, abrindo janelas auxiliares ou acionando a iluminação artificial, quando necessário.

Para evitar a insolação demasiada, as janelas possuem persianas, que podem ser reguladas pelo sistema de controle.

As áreas de vivência são cobertas por telhados de vidro com venezianas internas dotadas de sensores *fotovoltaicos* integrados ao sistema de controle de iluminação que abre e fecha as venezianas, regulando a iluminação e insolação.

O sistema de captação de energia solar produz energia suficiente para o funcionamento do sistema de ventilação de todos os prédios do complexo, por todo o ano.

Figura 2.6 - Jubilee Campus, Nottingham (a partir de SUSTAINABLE BUILDING JOURNAL, 2001).

<sup>8</sup> Membro fundador do *United States Green Building Council*.

Obviamente, que esse caso não exemplifica uma *edificação totalmente sustentável*, capaz de extrair energia a partir de seus próprios processos, mas representa a possibilidade de viabilizar a *construção autônoma*, ou seja, a edificação que extrai, de forma passiva, da própria região onde está inserida, os recursos necessários para seu funcionamento, tal como a proposta do *Green Building*.

Atualmente, com a ampliação das dimensões da responsabilidade ambiental das edificações e da indústria da construção, desponta uma nova tendência na indústria da construção: o *Sustainable Building*, cujos princípios incluem, além daqueles mencionados no caso do *Green Building*, aspectos do desenvolvimento social e econômico das cidades (COLE, 1999).

### **2.2.7 Um conceito mais amplo e atual**

Independente das várias nomenclaturas possíveis, em geral, os diversos conceitos aqui apresentados podem pressupor edificações simples ou sofisticadas, dependendo dos objetivos do empreendimento, do perfil do usuário, dos recursos disponíveis para sua produção, entre outros aspectos.

Mas, de algum modo, a edificação contemporânea sempre demandará *aplicações inteligentes* em todos os seus estágios, desde o projeto até as fase de construção, uso/operação e demolição, necessitando sempre do envolvimento dos responsáveis por essas fases no momento de sua concepção (CLEMENTS-CROOME, 1997).

Por outro lado, tendo em vista as constantes transformações da sociedade e a progressiva degradação do meio ambiente de um modo geral, salienta-se a necessidade das edificações serem concebidas a partir de conceitos que contribuam para a preservação das fontes de recursos naturais do planeta, contemplando também, a evolução das necessidades e expectativas do usuário, da sociedade e da própria indústria da construção.

Portanto, observa-se que o conceito *mais adequado* para os *novos edifícios comerciais* deve ser o mais abrangente e atual possível, de modo a incorporar à idéia do *Intelligent Building*, já consolidada ao longo dos anos, a idéia da *construção responsável*, ecologicamente correta, que se integra à cidade e interfere na qualidade de vida do ser humano de hoje e de amanhã, tal como sugerido pelo *Responsive Building*, *Green Building* e *Sustainable Building*.

Apesar de ainda não haver um consenso definitivo acerca dos conceitos aqui discutidos, observa-se uma tendência em direção à *eco-eficiência* da edificação e à *sustentabilidade* da indústria da construção, conforme pode ser observado no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Principais conceitos atribuídos ao *Edifício Inteligente* e suas características mais relevantes (a partir de KRONER, 1997; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT, 1999; COLE, 1999; TODD & GEISSLER, 1999; CRAWLEY & AHO, 1999).

CONCEITO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
<i>Intelligent Building</i>	Conceito original norte-americano: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ foco na eficiência energética da edificação e na produtividade das atividades do usuário;</li> <li>▪ uso intensivo de <i>tecnologia de ponta</i> sob a forma de componentes, equipamentos e sistemas destinados à <i>automação predial</i>;</li> <li>▪ disponibilidade de vários serviços e facilidades (telecomunicações, transmissão de dados, rede de dados, por exemplo) destinados a agilizar o trabalho.</li> </ul>
	Principais contribuições japonesas: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ materiais, componentes e sistemas que viabilizam o uso racional de recursos como ar, água, energia e outros combustíveis;</li> <li>▪ edifícios altos, preparados para suportar grandes impactos e movimentações;</li> <li>▪ materiais e tecnologias construtivas que maximizam aproveitamento dos espaços.</li> </ul>
<i>High Performance Building</i>	Além dos atributos do <i>Intelligent Building</i> : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ preocupações relativas à integração da edificação com a cidade;</li> <li>▪ ações para minimizar os impactos causados pela edificação sobre a infra-estrutura de serviços da cidade tais como abastecimento de água, fornecimento de energia, coleta de lixo, trânsito, poluição, principalmente nas fases de construção e de uso/operação;</li> <li>▪ preocupações em melhorar a qualidade interna dos ambiente, em aspectos como, por exemplo, qualidade do ar, seleção de materiais, ergonomia, tratamento de ruídos.</li> </ul>
<i>Responsive Building</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ foco no desempenho da edificação ao longo da vida útil e na satisfação do usuário;</li> <li>▪ valorização dos aspectos estéticos e institucionais do empreendimento;</li> <li>▪ ações para integração da edificação com a cidade e com a sociedade de modo geral, através de parcerias entre a sociedade civil organizada, a indústria e o governo;</li> <li>▪ uso da <i>tecnologia de ponta</i> somente em casos onde a <i>tecnologia convencional</i> não viabilize por si só, o desempenho adequado da edificação;</li> <li>▪ medidas de conscientização do usuário e da sociedade, em apoio ao uso de componentes e sistemas, para racionalizar o consumo de água e energia.</li> </ul>
<i>Green Building</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ foco nos objetivos da edificação, que incluem, não só a satisfação do usuário, mas também a responsabilidade ambiental da edificação em relação ao meio ambiente;</li> <li>▪ análise e tratamento dos processos produtivos em todo o ciclo de vida da edificação, desde a extração de matéria-prima para fabricação de materiais e componentes de construção, até a destinação do <i>entulho de obra</i> e outros produtos resultantes da demolição da edificação;</li> <li>▪ opção por materiais, componentes e sistemas alternativos que contribuam para o uso racional dos recursos naturais no âmbito da edificação, tais como exploração da energia solar, reaproveitamento da água da chuva, reciclagem, reutilização.</li> </ul>
<i>Sustainable Building</i>	Além das preocupações do <i>Green Building</i> : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ foco na sustentabilidade, não só da edificação, mas também da indústria da construção;</li> <li>▪ a ampliação das preocupações com o meio ambiente, gerando ações abrangentes em prol da proteção do planeta e da vida humana a longo prazo;</li> <li>▪ ações voltadas para o desenvolvimento sustentável das cidades e da indústria, tais como uso preferencial de tecnologias e recursos disponíveis na região onde a edificação será construída, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do local;</li> <li>▪ envolvimento da sociedade na definição de instrumentos legais para a regulamentação da produção das edificações e suas partes, ou seja, projeto, fabricação de materiais e componentes, construção, operação/uso, manutenção, demolição, entre outras atividades.</li> </ul>

Na Figura 2.7, indica-se a relação entre esses conceitos, onde pode-se observar uma linha de evolução, desde o pioneiro *Intelligent Building* até o atual *Sustainable Building*.

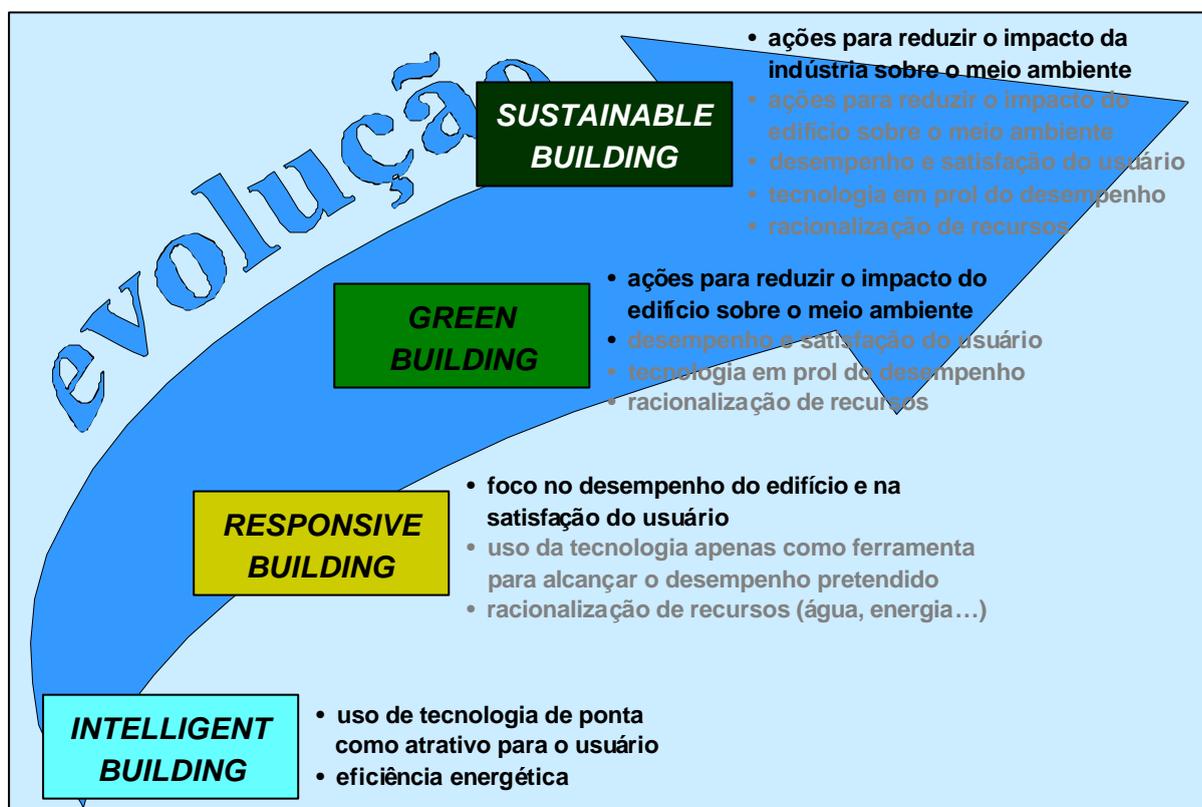


Figura 2.7 - A evolução dos conceitos sobre o ambiente construído.

Observa-se que, ao longo desta evolução os conceitos vêm sendo complementados, somados, ampliados, contemplando não só as necessidades dos usuários diretos da edificação, mas também os anseios da sociedade como um todo.

Desta forma, numa visão ampla e abrangente, conclui-se que o edifício é *adequado e inteligente* quando consegue integrar-se ao entorno urbano, tirando o máximo proveito de sua concepção em favor do usuário, da sociedade e do meio ambiente (MARTE, 1994; CASTRO NETO, 1994; SECOVI, 2000; ADAM, 2001).

Acompanhando esta visão, no desenvolvimento desta dissertação pressupõe-se que os edifícios devam ser *concebidos com o propósito de otimizar o desempenho da edificação, a partir de três premissas: i) maximização da satisfação do usuário; ii) minimização dos impactos do empreendimento sobre o meio urbano e, iii) implementação de ações voltadas para a redução dos impactos da indústria da construção sobre o meio ambiente e sobre a sociedade, num sistema que envolve todo o ciclo de vida do empreendimento.*

Para tanto, é necessário, primeiramente, ampliar o conceito de *usuário* e, ao mesmo tempo, entender que maximizar sua satisfação significa atender às necessidades e expectativas, através de *requisitos e critérios de desempenho estabelecidos em função do perfil do usuário do empreendimento em questão*.

Assim, sugere-se que este tipo de edificação deve ser identificada como ***Edifício de Alto Desempenho***, já que seu conceito envolve a palavra *desempenho*<sup>9</sup> de uma forma bastante abrangente, buscando integrar os aspectos relacionados à edificação e à indústria da construção, a fim de gerar benefícios para o usuário do empreendimento, assim como para as cidades e para a sociedade.

Em relação aos conceitos discutidos anteriormente, o *Edifício de Alto Desempenho* pode ser entendido como um tipo de edificação que busca reunir os benefícios dos modelos consolidados ao longo dos últimos 30 anos, quais sejam, o *Intelligent Building*, o *Responsive Building*, o *Green Building* e o *Sustainable Building*, evitando, contudo, repetir os equívocos eventualmente cometidos ao longo do processo de evolução de tais conceitos.

De acordo com o conceito proposto, o *Edifício de Alto Desempenho* pressupõe, por exemplo, a busca pela *eficiência energética*, tal como preconiza o *Intelligent Building*. Mas, ao contrário do modelo norte-americano, o uso da *tecnologia de ponta* não é visto como uma característica da edificação e sim como uma ferramenta que pode ser utilizada para auxiliar no atendimento dos requisitos e critérios de desempenho do empreendimento.

Por outro lado, o *Edifício de Alto Desempenho* deve primar pela satisfação do usuário e pelo desempenho da edificação ao longo de sua vida útil, como pressupõe o *Responsive Building*. Porém, mais do que isso ele deve ser *eco-eficiente*, tal como o *Green Building* e, ao mesmo tempo, funcionar como um indutor de ações que promovam a *sustentabilidade* da indústria da construção, tal como propõe o conceito do *Sustainable Building*.

Contudo, no caso do *Edifício de Alto Desempenho* ressalta-se a importância de que as ações voltadas para a *eco-eficiência* e para a *sustentabilidade* sejam regionalmente definidas e adaptadas, de modo a subsidiar o desenvolvimento socioeconômico da região influenciada pelo empreendimento, privilegiando as pessoas, a tecnologia e demais recursos disponíveis na

---

<sup>9</sup> A palavra *desempenho* caracteriza o fato de uma edificação atender às necessidades de seus usuários, apresentando propriedades que permitam o pleno cumprimento da sua função quando sujeito a determinadas influências, durante toda sua vida útil (SOUZA, 1988; MITIDIARI & HELENE, 1998).

região. Assim, espera-se que o conceito de *Edifício de Alto Desempenho* possa ser aplicado a todo tipo de edificação, das mais simples às mais sofisticadas.

Neste sentido, os princípios do *Edifício de Alto Desempenho* estão relacionados aos mais diversos aspectos da edificação e da indústria da construção, conforme pode ser observado no Quadro 2.3, devendo, portanto, serem perseguidos em todas as etapas de projeto, de forma a maximizar o desempenho do empreendimento nas suas fases posteriores, ou seja, na construção, no uso/operação, na manutenção e até mesmo nas atividades de demolição.

Quadro 2.3 - Princípios do *Edifício de Alto Desempenho* (a partir de MCDONALD & SMITHERS, 1998; HPB, 1999; RUANO, 1999; MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT, 1999; ANINK et al., 2001).

- conhecimento do perfil e das necessidades do usuário, bem como dos objetivos do empreendimento, contribuindo para a criação de um ambiente agradável, humano, confortável, produtivo e, ao mesmo tempo, economicamente vantajoso;
- planejamento eficiente que permita a ocupação racional e ordenada do terreno, considerando os impactos causados no entorno da edificação e na cidade como um todo;
- opção por materiais e sistemas estruturais que prolonguem a vida útil da edificação, tornando-a mais durável e possibilitando a reutilização e/ou reciclagem de seus componentes e, em última análise, favorecendo a redução do impacto ambiental causado pela exploração dos recursos naturais do planeta;
- utilização de tecnologias (materiais, componentes, sistemas, concepção estrutural e arquitetônica, entre outras) que favoreçam o consumo racional de água e energia;
- opção por *tecnologias limpas* que minimizem a poluição e a contaminação do meio ambiente, sobretudo, nas fases de construção, uso/operação, manutenção e demolição/desmontagem do edifício e suas partes;
- uso preferencial de tecnologia convencional, de forma facilitar os processos de manutenção, expansão e adaptações dos sistemas prediais e diminuir a dependência de máquinas e equipamentos;
- quando necessário, incorporar sistemas automatizados para integração, controle e gerenciamento dos recursos do edifício, de forma a favorecer a racionalização na utilização destes, viabilizando a relação custo/benefício definida na concepção do empreendimento;
- opção por tecnologias disponíveis na região onde o edifício será construído, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico da cidade e favorecendo a eficiência das atividades de manutenção, expansão e/ou adaptações das instalações prediais;
- ampliação do conceito de *desempenho* e de sua abrangência, possibilitando a inclusão e/ou adaptação constantes dos requisitos e critérios de desempenho da edificação.

Certamente, cada um destes princípios deve ser analisado caso a caso, considerando-se as necessidades dos usuários e os objetivos do empreendimento, bem como as legislações e normas pertinentes, as implicações técnicas, econômicas, sociais e até mesmo políticas, de cada um destes aspectos.

Eventualmente, por razões diversas, nem todos esses princípios poderão ser atendidos ao mesmo tempo e na escala que se deseja. Contudo, ter em mente estas necessidades poderá contribuir para que o *Edifício de Alto Desempenho* torne-se um modelo de construção cada

vez mais viável e integrado às necessidades da sociedade. Na Figura 2.8 apresenta-se a *casa autônoma*, uma edificação projetada pelos pesquisadores Brenda e Robert Vale que consiste num exemplo concreto da aplicação desses princípios.



Concebida para ser simples, funcional, de baixo custo e impacto ambiental, além de viabilizar a construção sustentável e ecologicamente correta, a *casa autônoma* foi projetada e construída com o emprego de tecnologias encontradas na cidade onde está inserida.

Algumas características em destaque:

- arquitetura flexível visando a integração permanente da edificação com seus entornos;
  - materiais escolhidos a partir de critérios que levam em conta um tempo de vida útil de até mais de 500 anos, além da facilidade para execução, reposição, manutenção, limpeza. Foram empregados apenas materiais cujo processo de extração ou fabricação não agride o meio ambiente;
  - sistema de coleta e armazenamento para a água de chuva, com um reservatório de 30mil litros, dimensionado a partir da quantidade de chuva que cai na região;
  - sistema para tratamento da água servida, além de coleta seletiva de lixo;
- ambientes estrategicamente posicionados para diminuir a necessidade de aquecimento no interior da casa. Até mesmo o posicionamento das camas e alguns móveis e equipamentos foi definido de acordo com as correntes de ar e com incidência do sol;
  - sistema de energia convencional utilizado apenas para a alimentação das bombas do sistema de água, ou em eventualidades. Um sistema de energia solar, conjugado com um conjunto de baterias, fornece toda a energia necessária para as tarefas domésticas;
  - a necessidade de aquecimento foi reduzida através da utilização de madeira (abundantemente encontrada na região) no revestimento e confecção da estrutura e vedação;
  - esquadrias com até 04 camadas de vidros e de telhados e paredes revestidas com material isolante, que favorecem as propriedades termoacústicas dos ambientes.

Figura 2.8 - A casa autônoma (a partir de VALE & VALE, 2000).

## 2.4 Os edifícios construídos no Brasil

Seguindo a tendência mundial, na década de 80, o Brasil incorporou a idéia do *Edifício Inteligente*<sup>10</sup>, adotando-o como alternativa para atender às transformações do mercado de edifícios comerciais. Mas, foi a criação de uma representação do *Council on Tall Building*

<sup>10</sup> No Brasil, ainda hoje, este é o termo mais utilizado para este tipo de empreendimento.

*and Urban Habitat*, no Brasil, em 1990<sup>11</sup>, que deu início a um processo de mudança das perspectivas da indústria da construção nacional, despertando o interesse dos profissionais da área para discussão sobre o tema.

Além do *Council*, destaca-se também, a criação, em 1992, da *Comissão Multidisciplinar de Edifícios Inteligentes* - CMEI, pela ABCI - Associação Brasileira de Construção Industrializada, cujo principal objetivo é estudar formas de divulgar o uso, as vantagens e aplicações corretas da tecnologia nas edificações (ALMEIDA, 1993).

Contudo, no Brasil, assim como em toda a América Latina, este tipo de empreendimento atende, sobretudo, a uma clientela de alto poder aquisitivo, normalmente empresas bem consolidadas, que atingiram um nível de organização e racionalização capazes de absorver tal tecnologia, bem como a cultura necessária para sua utilização e administração (DIAS, 1994).

Ressalta-se, no entanto, que as tecnologias normalmente empregadas nos *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil estão cada vez mais acessíveis a todo tipo de usuário, viabilizando assim, sua popularização.

#### **2.4.1 Os primeiros Edifícios Inteligentes do Brasil**

No Brasil, os *Edifícios Inteligentes* estão concentrados nos grandes centros, sobretudo nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Porém, em outras cidades brasileiras já podem ser observadas algumas iniciativas no sentido de introduzir esse novo conceito no mercado da construção civil, conforme pode ser observado no Quadro 2.4.

Embora os empreendimentos, individualmente considerados, devam estar voltados à satisfação de seu próprio público, é possível apontar várias características comuns aos edifícios construídos no Brasil, que encontram-se ilustradas na Quadro 2.5.

Observa-se que os edifícios brasileiros estão voltados, exclusivamente, para a utilização de *tecnologia de ponta*, como forma de viabilizar o uso racional da energia e o aumento da segurança e do conforto do usuário. Preocupações como o uso racional da água, a especificação de materiais de baixo impacto ambiental e a adoção de soluções arquitetônicas

---

<sup>11</sup> Em 1990 realizou-se na cidade do Rio de Janeiro, a primeira *Conferência sobre Edifícios Inteligentes* do Brasil. O evento contou com a presença de membros do *Council on Tall Building and Urban Habitat*, uma entidade de alcance internacional criada em 1969 nos Estados Unidos com o objetivo de coordenar ações conjuntas de empresas e entidades interessadas no desenvolvimento do mercado de *Edifícios Inteligentes*. O principal mecanismo de atuação do *Council* é a divulgação da necessidade de incorporação de novas tecnologias no processo de produção dos edifícios, conscientizando o usuário de que este tipo de edificação é algo que pode estar ao seu alcance (EDITORIAL O EMPREITEIRO, 1997).

que viabilizem, por si só, o conforto termoacústico da edificação, por exemplo, ainda não figuram entre as características desses edifícios.

Também não são observadas ações com a voltadas para o uso de material reciclado e para a reutilização de materiais. Observa-se ainda, a intensa utilização de materiais, componentes e sistemas importados, em detrimento da tecnologia existente no país.

Quadro 2.4 - Exemplos de *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil (a partir de CASTRO NETO, 1994; DEGW *et al.*, 1998 e WERNECK, 1999).

EDIFÍCIO	CARACTERÍSTICAS
Edifício Ipiranga	<p>Construído no Rio de Janeiro em 1980, este edifício foi o <i>primeiro Edifício Inteligente do Brasil</i>, segundo o <i>Council on Tall Building and Urban Habitat</i>.</p> <p>Possui sistema de automação para elevadores, energia e água, controle de condicionamento de ar, segurança realizada com câmeras nos principais pontos de acesso e áreas de circulação.</p>
Edifício Sede do Citibank	<p>Construído em São Paulo, em 1986, foi um dos primeiros a integrar todas as instalações num único sistema de supervisão (2.500 pontos remotos).</p> <p>Possui sistema de <i>termoacumulação</i> para condicionamento de ar, onde a energia noturna (mais barata) é usada na fabricação de gelo, que é utilizado durante o dia para resfriar o ar.</p>
Edifício Plaza Centenário	<p>Construído, em 1995, na cidade de São Paulo.</p> <p>Possui estrutura de concreto protendido, vidros reflexivos coloridos, ar condicionado central com ventilação independente para o inverno e escadas de incêndio pressurizadas.</p> <p>Os sanitários e instalações de serviço são localizados nas fachadas de maior incidência solar, favorecendo a economia de energia no condicionamento de ar.</p>
Empresa de Petróleo Ipiranga	<p>Foi construído em 1996, na cidade de Porto Alegre.</p> <p>Possui rede com cabeamento estruturado, foto-identificador e acesso eletrônico para áreas estratégicas, além de adaptação das instalações para uso por deficientes.</p> <p>Os sistemas de segurança, elevadores, alarme de intrusão e incêndio, além um sistema de manutenção corretiva e preventiva são ligados a um sistema de gerenciamento predial.</p> <p>Os vidros das fachadas possuem espessuras diferenciadas de acordo com a altura e a posição.</p>
Birmann 21	<p>Construído, em 1997, na cidade de São Paulo.</p> <p>Possui circuito fechado de TV, acesso eletrônico em áreas estratégicas, infra-estrutura para cabeamento estruturado, alarme de intrusão e sistema de gerenciamento predial.</p> <p>Conta com vidros reflexivos, forros e pisos elevados e sistema para condicionamento do ar com termoacumulação, no qual o gelo é produzido em horários de baixo custo de energia.</p>
Rede Globo	<p>Construído na cidade de São Paulo, com a primeira etapa inaugurada em 2000.</p> <p>Possui <i>shafts</i> e corredores técnicos para facilitar a distribuição e manutenção dos sistemas.</p> <p>As paredes, caixilhos, persianas, vidros e forros possuem tratamento acústico, que também refletem ondas de som. Possui iluminação diferenciada para cada ambiente com luminárias parabólicas e reatores eletrônicos.</p> <p>Os móveis são adaptados de modo a atender, não só às normas de ergonomia mas, sobretudo, às necessidades de cada usuário.</p> <p>As fachadas são dotadas de <i>brises</i> e vidros com pó de titânio, favorecendo o isolamento termoacústico, a iluminação e a ventilação naturais, além de proporcionar maior segurança.</p>

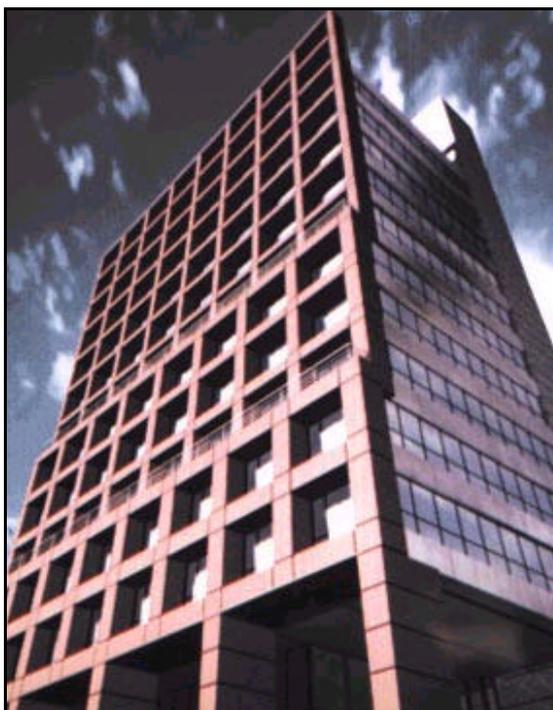
Quadro 2.5 - Características técnicas dos *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil (a partir de ROCHA, 2000).

GRUPO	CARACTERÍSTICAS MAIS COMUNS
Arquitetura e estrutura	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ otimização da circulação e modularidade em todos os eixos;</li> <li>▪ espaço para <i>shafts</i>, facilitando a passagem de dutos e cabos, bem como a instalação de equipamentos;</li> <li>▪ estruturas <i>limpas</i> (com poucos pilares e elementos estruturais esbeltos), viabilizadas com uso de materiais de alta resistência, tais como o <i>concreto</i> e o <i>aço de alto desempenho</i>;</li> <li>▪ pisos elevados e forros para a melhor distribuição das instalações;</li> <li>▪ flexibilidade e adaptabilidade dos espaços;</li> <li>▪ maior preocupação com a <i>acessibilidade</i>.</li> </ul>
Sistemas prediais e serviços	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ detecção e controle de incêndio;</li> <li>▪ controle de acessibilidade e segurança patrimonial;</li> <li>▪ controle de operação e temperatura de máquinas e equipamentos que acionam sistemas de água, ar condicionado, esgoto, elevadores;</li> <li>▪ controle de fluxo em elevadores que otimizam rotinas de percursos;</li> <li>▪ climatização com insuflamento de ar pelo forro e/ou piso;</li> <li>▪ sensores de presença para acionamento e controle da intensidade lumínica;</li> <li>▪ <i>pré-cablagem</i><sup>12</sup> flexível, com capacidade de integração de sistemas;</li> <li>▪ previsão para expansão de todos os sistemas e integração de outros;</li> <li>▪ controle do consumo de energia em horários de pico programáveis;</li> <li>▪ geradores de energia para sistemas de emergência;</li> <li>▪ tratamento de esgotos;</li> <li>▪ captação de águas pluviais para utilização em atividades secundárias.</li> </ul>
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ forros com isolamento termoacústico removíveis;</li> <li>▪ luminárias anti-reflexivas com lâmpadas de baixo consumo de energia;</li> <li>▪ revestimentos com tratamento antiestático, antifungos e antichama;</li> <li>▪ sistemas de vedação e revestimento de fachada escolhidos de acordo com a localização do prédio (considerando o macro e o microclima da região) e a posição do sol;</li> <li>▪ torneiras, bóias, registros e válvulas de descarga com sensores para vazamento de água e que possibilitem o uso racional deste recurso;</li> <li>▪ vidros eficientes na filtragem de raios solares e isolamento termoacústico.</li> </ul>

#### 2.4.2 Um conceito brasileiro para o *Edifício Inteligente*

Uma pesquisa realizada em 1997 pela empresa de consultoria norte-americana DEGW para o *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* na América Latina revelou que o Brasil está absorvendo a tecnologia estrangeira e construindo seus próprios conceitos. O conceito norte-americano de *Intelligent Building* vem sendo adaptado e começa a incorporar as peculiaridades regionais do país. Nas Figuras 2.9 a 2.13 apresentam-se cinco dos onze edifícios avaliados nesta pesquisa.

<sup>12</sup> Instalação de cabeamento para todo tipo de redes (dados, telefonia, elétrica, entre outras) para atender a necessidades futuras e/ou de expansão dos sistemas existentes no edifício.



Possui forros, pisos elevados e *shafts* localizados na parte central do edifício para distribuição de tubulações.

Algumas características em destaque:

- bases para instalação de satélite;
- ar condicionado central, com ventilação independente para o inverno e janelas como alternativa;
- zonas climatizadas e temperatura fixada pelo sistema de gerenciamento predial;
- provisão de energia alternativa para sistemas de emergência e PABX;
- elevadores de alta velocidade, sistema de segurança 24horas/dia com Circuito Fechado de TV, detectores de portas e sistema de cartão para acesso fora de horários programados;
- os sistemas de aquecimento, de energia, de segurança, elevadores, de iluminação e de detecção de incêndios são integrados por sistema de gerenciamento predial;
- luminárias com interruptores independentes, para favorecer a economia de energia.

Figura 2.9 - Edifício Atrium III, construído em 1996 na cidade de São Paulo (a partir de DEG, 1998).



A entrada principal inclui acessos independentes para deficientes, visitantes e serviços.

Possui forros, pisos elevados e *shafts* localizados na parte central do edifício para distribuição de tubulações.

Principais características:

- entrada em fibra ótica para dados e bases para instalação de satélite;
- zonas climatizadas, com unidades *Fan Coil* e ambientes com sistema de volume variável de ar, resfriados por termoacumulação;
- central de ar condicionado e janelas como alternativa para ventilação natural;
- provisão de energia alternativa para sistemas de emergência e para instalação de *No-Breaks*;
- elevadores com controles acessíveis por deficientes e escadas de incêndio pressurizadas;
- sistema de gerenciamento predial para integração dos sistemas de iluminação, elevadores, energia, água, incêndio e ar condicionado;
- sistema de segurança por cartão e Circuito Fechado de TV colorido cobrindo áreas estratégicas;
- cabeamento distribuídos por troncos e linhas telefônicas e de dados de responsabilidade do usuário;
- vidros reflexivos duplos de 8mm, com difusores lineares sobre cada janela, de forma a favorecer o controle de temperatura no interior do edifício;
- distribuição dos ambientes internos por divisórias, favorecendo a flexibilidade dos espaços;
- revestimento externo em pedras naturais, facilitando a limpeza e a manutenção das fachadas.

Figura 2.10 - Edifício Birmann 11 & 12, construído em São Paulo, em 1996 (a partir de DEG, 1998).



Possui área para lazer interna com cafeteria, espaços para atividades físicas, exposições de arte e um pequeno parque.

Conta com um heliponto na cobertura.

Possui forros, pisos elevados e *shafts* localizados na parte central do edifício para distribuição de tubulações.

- zonas climatizadas por *Fan Coils*<sup>13</sup> e sistema de volume variável de ar, controlado por sistema de gerenciamento predial;
- provisão de energia alternativa para sistemas de emergência e previsão para instalação de *No-Breaks*;
- elevadores independentes para escritórios, carga/descarga, área de lazer, estacionamento e térreo/mezanino;
- sistema de gerenciamento predial, integrando ar condicionado, energia e iluminação. Sistema exclusivo para gerenciamento do sistemas de segurança, incêndio e elevadores;
- acesso controlado por cartão, alarme de intrusão e Circuito Fechado de TV cobrindo áreas estratégicas;
- infra-estrutura para cabeamento estruturado e demais serviços distribuídos em *shafts* compartilhados;
- vidros reflexivos com intensidades diferentes instalados de forma a favorecer o controle da insolação.

Figura 2.11 - Edifício Birmann 21, construído em 1997, em São Paulo (a partir de DEGW, 1998).



A entrada principal possui acessos independentes para deficientes, visitantes, cargas/descarga e inclui facilidades para reciclagem.

Caraterísticas em destaque:

- possui ar condicionado central e zonas climatizadas com unidades *Fan Coil*, ambos controlados por sistema de gerenciamento predial, com resfriamento por termoacumulação e acesso pelo usuário;
- geradores auxiliares alternativos, além de *No-Breaks* para sistemas de emergência e computadores;
- possui PABX digital, bases de satélites para rede de dados e sistema de gerenciamento de redes;
- rede de dados com acesso remoto e acesso para informações públicas, distribuição de imagens de TV;
- elevadores independentes para visitantes, carga/descarga, integrados a sistema de controle;
- zonas de iluminação com 600 lux, controladas por sistema de gerenciamento predial;
- sistema de gerenciamento predial integrando Circuito Fechado de TV, além do sistema de manutenção e de circuitos de segurança, elevadores, alarmes de intrusão e de incêndio;
- sistema foto-identificador, Circuito Fechado de TV e controle eletrônico de acesso em áreas estratégicas;
- vidros laminados com espessuras variadas instalados nas fachadas, que contribuem para o controle da insolação e distribuem as fortes rajadas de ventos da região.

Figura 2.12 - Empresa de Petróleo Ipiranga, construído em Porto Alegre, em 1996 (a partir de DEGW, 1998).

<sup>13</sup> Unidades de refrigeração que funcionam como *minicentraís* de ar condicionado.



A entrada principal inclui acesso independente para deficientes e visitantes, além de entrada secundária para centro de conferências.

Características em destaque:

- bases para instalação de satélite, geradores de reserva, além de espaço para instalação *No-Breaks*;
- climatização limitada a zonas estratégicas, sob controle do sistema de gerenciamento predial;
- ar condicionado central com ventilação alternativa para o inverno, sistema central de volume de ar variável com resfriamento por termoacumulação;
- elevadores independentes para as salas e escritórios, térreo, incêndio (pressurizados) e carga/descarga;
- iluminação controlada por sistema de gerenciamento predial que integra também o ar condicionado, os elevadores e os sistemas de segurança;
- acesso controlado por cartões, detectores de portas e Circuito Fechado de TV;
- cortinas e vidros coloridos reflexivos, instalados nas fachadas para favorecer o controle da insolação;
- estrutura de concreto protendido, favorecendo a esbeltez dos elementos estruturais, a flexibilidade e o aproveitamento dos espaços;
- áreas de uso comum revestidas em pedras naturais e elevadores com alto padrão de acabamento;
- revestimento externo em vidro, facilitando a limpeza e manutenção das fachadas.

Figura 2.13 - Edifício Plaza Centenário, construído em São Paulo, em 1995 (a partir de DEGW, 1998).

Destaca-se, por exemplo, o fato dos empreendimentos paulistanos levarem em conta o horário mais barato para consumo de energia para produzir e armazenar gelo para refrigeração dos ambientes e iniciativas como o uso de fotos e barreiras de identificação no sistema de segurança patrimonial.

No que diz respeito à automação de sistemas como ar condicionado, proteção e combate a incêndios, redes de telefonia, dados, imagem, sonorização, elevadores, iluminação, controle de energia, o Brasil não deixa nada a desejar em relação aos países asiáticos e europeus. Comparados aos edifícios de outros países, os prédios brasileiros são relativamente baixos e possuem menos área construída. Enquanto na Europa os edifícios somam, em média, 55.000m<sup>2</sup> e na Ásia, 71.000m<sup>2</sup>, no Brasil essa média gira em torno de 30.000m<sup>2</sup> (EDITORIAL O EMPREITEIRO, 1997).

Mas, em relação aos materiais empregados nas construções brasileiras, ressalta-se a necessidade de mais investimentos em pesquisas para intensificar o desenvolvimento de

tecnologias que possibilitem aumentar a esbeltez das estruturas, e proporcionar maior aproveitamento dos espaços, principalmente em andares de garagem. Destaca-se, ainda, a necessidade de desenvolver materiais que contribuam para a redução no consumo de insumos como aço, areia, pedra e cimento, cujo processamento/extração geram grandes impactos ao meio ambiente. Outra deficiência dos edifícios brasileiros relaciona-se ao carregamento relativamente excessivo das estruturas.<sup>14</sup>

Destaca-se também, a necessidade de investimentos para viabilizar o uso de fontes alternativas de energia (solar, biomassa e gás, por exemplo), a instalação de *pré-cablagem*, melhorias nas condições de acessos/adaptações para portadores de deficiência e a proteção contra radiação solar, levando-se em conta as características climáticas do país e suas regiões.

Com base nas características desses edifícios e no perfil socioeconômico do país, o *Council on Tall Building and Urban Habitat* sugere um modelo para a evolução dos *Edifícios Inteligentes* no Brasil, conforme apresentado no Quadro 2.6. Observa-se, porém, que este modelo está voltado, basicamente, para a inserção de tecnologia nas edificações. O incremento nos níveis de conforto, segurança e eficiência, por exemplo, é obtido, exclusivamente, através da instalação de equipamentos e sistemas automatizados. Não são contemplados, por exemplo, os aspectos ligados à integração da edificação com a cidade, a sociedade e meio ambiente.

Outro ponto que merece destaque refere-se à ausência de requisitos relacionados aos objetivos da edificação e ao perfil do usuário. Não há preocupações evidentes no sentido de inserir novos requisitos e critérios de desempenho, o que indica a falta de flexibilidade do próprio modelo de evolução.

De acordo com o conceito adotado para o desenvolvimento desta dissertação, ressalta-se que, mais do que a *automação de sistemas* e a disponibilidade de serviços, os empreendimentos deveriam partir de uma concepção que priorize a *inserção de novos requisitos e critérios de desempenho* para a edificação, de modo a maximizar a satisfação do usuário e impulsionar as ações da indústria da construção em direção ao *desenvolvimento sustentável* do país. Neste sentido, no capítulo 5 desta dissertação, apresenta-se uma proposta de modelo para a evolução dos edifícios comerciais brasileiros, com base na inserção progressiva de requisitos de desempenho.

---

<sup>14</sup> Atualmente, o carregamento nas estruturas brasileiras gira em torno de 500kgf/m<sup>2</sup>, enquanto o recomendado seria 300kgf/m<sup>2</sup> (DEGW, 1998). O uso de materiais mais leves e resistentes contribuiria para a redução dos carregamentos adotados pelos calculistas no Brasil, mas, para isto, o país ainda precisa investir muito em pesquisas que viabilizem o desenvolvimento e a utilização adequada destes materiais.

Quadro 2.6 - Principais requisitos e níveis de evolução dos *Edifícios Inteligentes* (a partir de DEG, 1998).

REQUISITOS	EDIFÍCIOS CONVENCIONAIS	EDIFÍCIOS INTELIGENTES PADRÃO	EDIFÍCIOS INTELIGENTES AVANÇADOS
Acesso/transporte <sup>15</sup>	Médio	Bom	Excelente
Paisagem	Não contempla	Pouca preocupação	Preocupação com a vegetação, água, trabalhos artísticos
Estacionamento	Não contempla	1 vaga para cada 150m <sup>2</sup>	Mais de 1 vaga para cada 100m <sup>2</sup>
Forma do edifício	Irregular, com várias fachadas	Retangular, com centro rígido	Retangular, com vários pontos rígidos
Áreas para acesso ao edifício	Sem separação para deficientes ou visitantes	Acessos preferenciais para visitantes, deficientes e serviços (cargas/descarga)	Acessos preferenciais para visitantes, deficientes, serviços e facilidades para reciclagem de lixo
Vedações para esquadrias	Vidros simples e incolores	Vidros duplos, coloridos e/ou anti-reflexivos	Vidros duplos, coloridos e/ou anti-reflexivos e persianas controladas remotamente
Controle da insolação	Não contempla	Persianas internas	Possibilidade para ajuste externo da insolação
Condicionamento do ar	100% com <i>Fan Coils (minicentraís)</i>	100% com central de ar	100% com sistema de volume de ar variável e ventilação natural
Conservação de energia	Limitada ou não contempla	Recuperação de calor, resfriamento/renovação de ar	Armazenagem de calor, recuperação ou estocagem de gelo
Possibilidades de controles por usuários	Não contempla	Controle restrito ao sistema de gerenciamento predial	Acessos independentes para os sistemas de iluminação e condicionamento de ar
Automação predial	Nível básico, centralizada	Descentralizada, distribuída em zonas a cada 150m <sup>2</sup>	Descentralizada, distribuída em zonas a cada 75m <sup>2</sup>
Sistemas de incêndio	Com base em <i>sprinklers</i> <sup>16</sup> e água	100% <i>sprinklers</i> com detecção de fumaça	100% <i>sprinklers</i> ligados a estações de monitoramento
Sistemas de segurança	Instalações básicas	Recursos limitados e restritos a algumas áreas	Em todo o edifício, com acesso controlado e circuito fechado de TV
Sistemas de elevadores	Baixo nível de programação	Tráfego otimizado	Inclui manutenção preventiva, comunicação com passageiro
Sistemas de iluminação	Linear, com luminárias fluorescentes	Em zonas, com luminárias fluorescentes (500/600lux), controladas por <i>dimmer</i> <sup>17</sup>	Em zonas, com luminárias de baixo brilho, totalmente controladas pelo sistema de gerenciamento predial
Pontos de rede	2 tomadas/30m <sup>2</sup>	2 tomadas/10m <sup>2</sup>	4 tomadas/10m <sup>2</sup>
Sala de telemática	Não possui	1 por andar, com interface limitada entre os sistemas	2 por andar, integrando todos os sistemas prediais
Sistemas de comunicação	PABX	PABX digital	PABX digital com interface para rede sem fio
Facilidades para uso comercial	Não possui facilidades integradas	Possui algumas facilidades audiovisuais	Facilidades audiovisuais e para transmissão de dados, vídeo-conferência com acesso remoto

<sup>15</sup> O modelo proposto não indica critérios para classificação deste requisito.

<sup>16</sup> Chuveiros automáticos, providos de sensores de calor e/ou fumaça, instalados nos tetos dos ambientes para detectar e combater incêndios, através da injeção de água ou substâncias químicas para extinção de chamas.

<sup>17</sup> Tipo de regulador para luminárias, que possibilita ajustar o nível de iluminação das lâmpadas, bem como apagá-las ou desligá-las de acordo com a luminosidade do ambiente, proporcionando economia de energia.

### 2.4.3 A chegada dos Edifícios Inteligentes ao Espírito Santo

Uma pesquisa realizada pelo SINDICON - Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Espírito Santo, entre os anos de 1999 e 2001, indicou que o mercado imobiliário da cidade de Vitória encontra-se em franca expansão. Apesar da crise energética e dos problemas políticos que o estado vem atravessando, constatou-se que o número de empreendimentos lançados no mercado da *Grande Vitória*<sup>18</sup> aumentou em cerca de 30% nos últimos três anos.

Na pesquisa do SINDICON, destaca-se o fato de cerca de 40% das obras pesquisadas concentrarem-se na cidade de Vitória, sendo que, aproximadamente 28% das obras em andamento são construções comerciais (ZANDONADI, 2001).

O Espírito Santo é um estado situado na região sudeste do país e que faz fronteira com o Rio de Janeiro, Bahia e Minas Gerais. Sua capital, Vitória, está a menos de 900km da cidade de São Paulo, abriga várias indústrias importantes como a Vale do Rio Doce, a Companhia Siderúrgica de Tubarão, a Aracruz Celulose e a Samarco Mineração, além de um aeroporto e um dos maiores portos do Brasil<sup>19</sup>. Essa proximidade territorial com os maiores centros econômicos do país, bem como as facilidades de acesso que a cidade apresenta, favorecem a entrada de produtos, serviços e tecnologia no mercado local.

Acompanhando as tendências da indústria da construção civil nacional, algumas empresas capixabas vêm incorporando aos seus empreendimentos uma vasta gama de tecnologias, tornando seus edifícios cada vez mais *modernos e sintonizados com o futuro*. No Quadro 2.7, são apresentados alguns dos empreendimentos que se destacam no mercado capixaba pela oferta de algum tipo de tecnologia diferencial.

Observa-se, no entanto, que as tecnologias incorporadas aos empreendimentos capixabas, em sua maioria *importadas* de edifícios de outras cidades, estão restritas, sobretudo, a serviços de comunicação e segurança. O principal argumento das construtoras para a adoção desse tipo de tecnologia é o *diferencial* que ela confere à edificação, facilitando sua comercialização.

Por enquanto, os aspectos mais amplos das possibilidades do *Edifício de Alto Desempenho*, relacionados, por exemplo, à questão da sustentabilidade ou do desempenho da edificação, vêm sendo deixados de lado por empreendedores, construtores e projetistas.

---

<sup>18</sup> Foram computadas somente construções com mais de 800m<sup>2</sup>, em cinco cidades, a saber, Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Guarapari.

<sup>19</sup> O Porto de Vitória possui dois cais, um em Vitória e outro em Vila Velha, cidades adjacentes, separadas apenas por uma faixa de mar onde está instalado o porto.

Essas atitudes evidenciam a necessidade de uma análise sobre a adaptação desse conceito à cidade de Vitória, bem como das características necessárias para que os empreendimentos alcancem os objetivos pretendidos pelas construtoras e investidores, proporcionando a devida satisfação dos seus usuários.

Quadro 2.7 - Empreendimentos capixabas dotados de *tecnologia diferencial* (a partir de ZANDONADI, 2000; MATOSINHOS, 2000; BRIDI, 2001 e GARCIA, 2001).

EDIFÍCIO	CARACTERÍSTICAS
Blue Tree Towers Vitória	<p>Apart Hotel, ainda em fase de projeto, lançado como o primeiro hotel inteligente de Vitória. Contará com elevadores panorâmicos de última geração (com velocidade acima da média), centro de convenções, áreas para escritórios, vivência, lazer e compras.</p> <p>As tecnologias a serem incorporadas ainda estão em estudo, mas propõe-se a instalação de serviços e equipamentos que <i>equiparem o empreendimento aos mais modernos hotéis do mundo</i>.</p>
Caesar Business Vitória	<p>Ainda em fase de projeto, esse empreendimento consiste em duas torres, uma para funcionar como Apart Hotel e outra para escritórios.</p> <p>As tecnologias a serem incorporadas ainda estão em estudo, mas a proposta é fazer desse empreendimento uma referência em termos de tecnologia.</p>
Edifício Corporate Center	<p>Edifício de salas comerciais lançado como o <i>primeiro prédio inteligente de Vitória</i>.</p> <p>Construído no novo centro de negócios da cidade, possui duas torres de escritórios e térreo com lojas e áreas de vivência.</p> <p>A fachada foi projetada para aumentar o conforto dos ambientes internos. Possui esquadrias de alumínio especialmente projetadas para o edifício e vedação em vidros reflexivos.</p> <p>A vedação foi executada com blocos celulares de concreto para favorecer o isolamento acústico dos ambientes e diminuir o carregamento da fundação e o tempo de execução.</p>
Edifício Maison du Soleil	<p>Edifício residencial, ainda em fase de projeto, contará com cabeamento estruturado, <i>Internet dedicada</i> (24horas), iluminação com sensores de presença e sistema de comunicação interno em diversas áreas do edifício.</p> <p>Contará ainda com TV a cabo e Circuito Fechado de TV que possibilitará o monitoramento permanente de algumas áreas do edifício. Será instalada também rede de eletrodutos alternativa para futuras expansões e ou incorporação de novos sistemas.</p>
Edifício Petro Tower Business	<p>Ainda na fase de projeto, esse edifício também foi lançado como o <i>primeiro empreendimento inteligente de Vitória</i>.</p> <p>Contará com cabeamento estruturado, TV a cabo e Circuito Fechado de TV, que possibilitará o monitoramento permanente de algumas áreas do edifício. Será instalada, também, rede de eletrodutos alternativa para futuras expansões e ou incorporação de novos sistemas.</p>
Vitória Apart Hospital	<p>Recentemente inaugurado, esse empreendimento consiste em um hospital com todas as facilidades de um hotel. Oferece áreas para lazer, compras e vivência.</p> <p>Construído nas proximidades do aeroporto da cidade, o prédio conta com heliporto e linhas de ônibus. Possui infra-estrutura para cabeamento estruturado em todos os ambientes.</p> <p>Os serviços de atendimento, segurança, incêndio, redes de dados e voz, em alguns pontos do empreendimento, já foram integrados ao sistema de gerenciamento predial, que possui salas de telemática para controle. Conta ainda com rede de energia estabilizada, com alternativa (geradores) para equipamentos e sistemas de emergência e segurança.</p>

## 2.5 Considerações finais

Observa-se que os conceitos sobre o ambiente construído vêm evoluindo paulatinamente, de acordo com o desenvolvimento das sociedades. Da mesma forma, os edifícios comerciais vêm assimilando novas características, de modo a acompanhar a evolução das necessidades de seus usuários. Assim, nos últimos 40 anos, vários modelos de construção surgiram como alternativa para viabilizar a modernização dos edifícios comerciais no mundo todo.

Entre os conceitos que marcaram esta evolução, destaca-se o *Edifício Inteligente*, surgido na década de 70 nos Estados Unidos, como modelo de construção eficiente e produtiva. Uma vez difundido pelo mundo, este conceito recebeu contribuições de várias culturas e países, dentre os quais destaca-se o Japão, que incorporou ao modelo americano características ligadas à racionalização de recursos como água e ar, além de fatores ligados à estrutura e à distribuição de sistemas prediais. Nos últimos anos, o *Edifício Inteligente* vem incorporando características ligadas à integração da edificação com o entorno urbano, dando origem ao *High Performance Building*.

Outro conceito marcante é o de *Responsive Building*, originário da Europa, que incorpora a idéia da *construção responsável*<sup>20</sup>, maximizando a satisfação do usuário de modo integrado à cidade e ao desenvolvimento urbano. Nos últimos anos, este conceito também evoluiu e assimilou novos requisitos de desempenho, resultando em modelos de construção cada vez mais integrados com a sociedade e o meio ambiente.

Desta forma, observa-se que o conceito de edifício comercial encontra-se em franca evolução, não havendo, até o momento, um consenso definitivo sobre o tema. Contudo, ressalta-se que todos os conceitos aqui apresentados tendem para um ponto comum, onde a edificação pode ser projetada e construída de uma forma *plenamente integrada* com seus entornos e com o meio ambiente.

Os conceitos aproximam-se cada vez mais dos princípios da *eco-eficiência* e da *sustentabilidade*, caracterizados por uma visão abrangente das necessidades dos usuários e pela utilização da tecnologia em favor da economia, da eficiência e do desempenho da edificação ao longo de sua vida útil. Neste sentido, os conceitos do *Green Building* e do *Sustainable Building*, despontam como tendências mundiais na evolução do ambiente construído.

---

<sup>20</sup> O conceito de *Edifício de Alto Desempenho*, proposto nesta dissertação, também está voltado para a idéia da *construção responsável*.

No Brasil, os edifícios comerciais tendem a acompanhar os conceitos de países mais avançados tecnologicamente. Contudo, ainda são tímidas as iniciativas que contemplem a utilização de materiais e sistemas alternativos para viabilizar o desempenho da edificação. A preocupação com a automação dos sistemas ainda é o foco das atenções do mercado nacional.

Ademais, observa-se que a inserção de componentes, equipamentos e sistemas cada vez mais avançados nas edificações brasileiras pressupõe o uso de *tecnologias importadas*, já que, em geral, a indústria nacional ainda não pode atender tal demanda. Como resultado, é possível que, ao longo do tempo, as edificações concebidas a partir de conceitos que privilegiem o uso intenso de *tecnologia importada* tornem-se obsoletas, limitadas e/ou dispendiosas, devido às dificuldades de manutenção e atualização dos sistemas prediais. Em última análise, isso significa o não atendimento ao desempenho projetado e a conseqüente insatisfação do usuário.

As empresas capixabas, por sua vez, ingressam neste mercado assumindo conceitos já consolidados nos grandes centros brasileiros. Desta forma, acabam lançando no mercado empreendimentos dotados de sistemas e facilidades para serviços, sem antes investigar as reais necessidades dos usuários potenciais.

Finalmente, ressalta-se que o modelo de evolução dos edifícios comerciais no Brasil apresenta sérias distorções em relação às tendências mundiais, tendendo a contemplar, apenas, os aspectos relacionados à inserção de tecnologia na edificação, em detrimento dos objetivos do empreendimento, de seus requisitos e critérios de desempenho.

No próximo capítulo, discutem-se os aspectos do projeto relacionados aos conceitos aqui apresentados, subsidiando assim, uma análise do impacto causado pelo processo de projeto no desempenho das edificações.

### 3.1 Introdução

O desenvolvimento de um produto envolve várias atividades interdependentes, que podem ser entendidas como um *processo* ou *ciclo de produção*. Na indústria da construção, é comum a subdivisão do *processo de produção* em processos menores, que compreendem, em geral, **projeto, construção, uso/operação, manutenção e demolição** (ao final da vida útil do empreendimento).

Cada *etapa* do *processo de produção* de um empreendimento influencia, de alguma forma, o seu desempenho. Mas é no *processo de projeto* que são definidas as características da edificação, ou seja, os elementos que deverão ser disponibilizados, a fim de que sejam atendidas as *necessidades* de seus *usuários*. Estes elementos vão desde características geométricas, como dimensões e distribuição de espaços, a serviços e facilidades de comunicação (JOHN, 1989). Por esta razão, o processo de projeto revela-se como uma das fases que mais influenciam o desempenho de uma edificação.

Contudo, é comum que o processo de projeto seja desenvolvido sem metodologias apropriadas, resultando em projetos ineficazes e, em última análise, em empreendimentos com desempenho pouco satisfatório. É comum, por exemplo, que os diversos projetos que compõem um edifício (arquitetura, instalações, estruturas, por exemplo) sejam desenvolvidos paralelamente pelos respectivos projetistas e reunidos, muitas vezes, somente no momento da execução dos serviços, durante a obra, gerando muitas incompatibilidades e não-conformidades, que comprometem a qualidade da edificação e causam enormes perdas de materiais e produtividade na indústria da construção civil (PICCHI & AGOPYAN, 1993).

Esta situação torna-se ainda mais delicada em se tratando de *Edifícios de Alto Desempenho*, que, em função da quantidade e complexidade dos sistemas comumente empregados neste tipo de empreendimento, requerem um maior número de pessoas e atividades para sua realização, sobretudo, na fase de projeto e planejamento.

Neste contexto, o objetivo deste capítulo é apresentar uma revisão sobre os conceitos relacionados às principais características do projeto, possibilitando a análise daqueles que influenciam o desempenho das edificações. O conhecimento e análise destes conceitos são muito importantes para a proposição das recomendações de projeto, apresentadas no capítulo 5 desta dissertação.

### 3.2 O processo de projeto, suas etapas e seus intervenientes

A atividade de projetar consiste em uma tarefa subjetiva e dinâmica, que pode ser mais ou menos complexa de acordo com as características do empreendimento. Para MELHADO (1994), o projeto é o responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e pela transmissão das características físicas e tecnológicas específicas a serem consideradas na execução de um empreendimento e deve ser entendido como parte de um processo maior - o processo de construção, que leva à geração de produtos.

GUS (1996) acrescenta que o processo de projeto é também uma forma de expressão pessoal e de arte, que requer criatividade e originalidade para traduzir e documentar as *expectativas* e *necessidades* de seus clientes e usuários<sup>1</sup>.

Devido, entre outros fatores, à complexidade e subjetividade inerentes à atividade de projetar, um modelo único e definitivo para o processo de projeto ainda não foi formulado. Nos vários modelos existentes, observam-se diferenças desde detalhes de nomenclatura até a própria amplitude do processo, ou seja, o número de atividades a serem desenvolvidas para a realização de um projeto.

Destaca-se, no entanto, que a *abordagem de processo* no tratamento do projeto representa um consenso entre os pesquisadores estudados, sendo comum a subdivisão do *processo de projeto* em *etapas* e a identificação de seus *agentes intervenientes*, ou seja, dos agentes que, eventualmente, intervêm no processo de projeto.

#### 3.2.1 As etapas do projeto

No Quadro 3.1, indicam-se algumas das principais propostas de pesquisadores brasileiros e da normalização pertinente para subdividir e identificar as etapas do processo de projeto.

Embora possa ser subdividido de diversas formas, o *início* do processo de projeto é um ponto consensual entre os pesquisadores. Em geral, recomenda-se que o projeto seja iniciado tão logo haja a intenção de realizar o empreendimento.

Observa-se uma diversidade de etapas, que podem ser realizadas para a elaboração dos projetos enquanto produtos, ou seja, os anteprojetos, projetos legais, projetos executivos, projetos básicos, orçamentos, especificações e detalhamentos. A quantidade e a seqüência de

---

<sup>1</sup> Entende-se como *cliente do projeto*, basicamente, o *contratante* e os profissionais que utilizam o *projeto* na produção do empreendimento, ou seja, os construtores, os fiscais de obras, os fornecedores de materiais e serviços, entre outros. Já os *usuários* são representados pelas pessoas que, de alguma forma, utilizam o *empreendimento*.

realização destas etapas podem variar de acordo com a complexidade do empreendimento, mas, de modo geral, compõem o momento do *desenvolvimento* dos projetos.

Quadro 3.1 - Propostas para a subdivisão do processo de projeto.

PESQUISADOR/AUTOR	MODELO PROPOSTO PARA O PROCESSO DE PROJETO
MELHADO (1994)	Idealização do produto; Estudos preliminares; Anteprojeto; Projeto legal e projeto básico; Projeto executivo e projeto para produção; Planejamento e execução; Entrega da obra.
NBR 13.531 (1995)	Levantamento; Programa de necessidades; Estudo de viabilidade; Estudo preliminar; Anteprojeto e/ou Pré-execução; Projeto legal e/ou projeto básico (opcional); Projeto para execução.
SOUZA et al. (1995)	Levantamento de dados; Programa de necessidades; Estudo de viabilidade; Estudos preliminares; Anteprojeto; Projeto legal; Projeto pré-executivo, projeto básico e projeto executivo; Detalhes de execução e detalhes construtivos; Especificações técnicas; Coordenação e gerenciamento de projetos; Assistência à execução; Projeto <i>As Built</i> .
TZORTZOPOULOS (1999)	Planejamento e concepção do empreendimento; Estudo preliminar; Anteprojeto; Projeto legal e projeto executivo; Acompanhamento da obra; Acompanhamento do uso.

Nota-se ainda que a conclusão do processo de projeto pode se dar tanto no momento em que se inicia a fase de execução, como durante a entrega do empreendimento ou mesmo na fase de sua utilização.

Ressalta-se, porém, a existência de pelo menos três *momentos* distintos do processo de projeto: o *início*, marcado pelas etapas iniciais (*concepção, idealização do produto, planejamento*); o *desenvolvimento*, que consiste na elaboração propriamente dita dos projetos

como documentos; e a *conclusão*, que pode acontecer em diversas fases da realização do empreendimento.

### 3.2.1.1 O início do processo de projeto

As etapas iniciais são fundamentais para a realização do empreendimento, pois constituem o momento em que são avaliadas sua viabilidade técnica e econômica, bem como identificadas as necessidades de seus usuários (SALDANHA & SOUTO, 1998).

Durante as etapas iniciais, as decisões de projeto podem ser exaustivamente avaliadas e alteradas sem que isto implique em custos significativos para o empreendimento. Como pode ser observado na Figura 3.1, as possibilidades de influenciar os resultados de um empreendimento são maiores nas primeiras etapas do projeto. À medida que avançam as etapas subseqüentes, as possibilidades de influência vão diminuindo e, ao mesmo tempo, aumentam as despesas para os casos de intervenções.

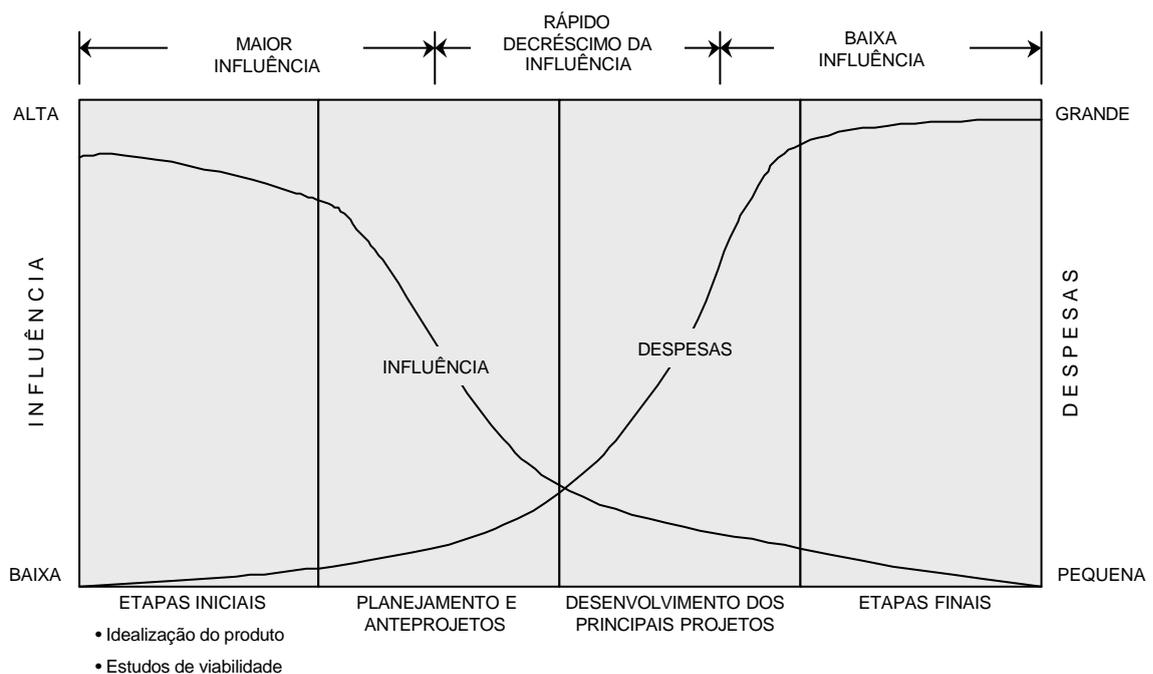


Figura 3.1 - Possibilidade de influenciar o projeto (adaptada de GIBSON JR. et al., 1995).

Na prática, as etapas iniciais do processo de projeto culminam em escolhas e decisões de importância estratégica para o empreendimento, pois é neste momento que são definidas a concepção, o conteúdo técnico e o escopo do projeto, bem como seus requisitos financeiros e comerciais (KÄHKÖNEN, 1999).

É também neste momento que devem ser definidos os objetivos do empreendimento, de forma a orientar a inserção de requisitos e critérios de desempenho para atendimento dos aspectos da

*eco-eficiência* e da *sustentabilidade*, garantindo o tratamento de cuidados indispensáveis para viabilizar o *Edifício de Alto Desempenho*.

Portanto, quanto mais cedo são definidas as características do empreendimento, maiores são as possibilidades de que estas sejam viabilizadas com sucesso, de forma a atender às necessidades, não só dos usuários, mas também de empreendedores, projetistas, construtores, entre outros interessados em sua realização.

### 3.2.1.2 Etapas de desenvolvimento dos projetos

As etapas de desenvolvimento do projeto constituem o momento em que são definidas as *soluções* para viabilizar a realização do empreendimento da forma como este foi concebido. É quando os projetos são efetivamente elaborados, documentados, analisados, *compatibilizados*, detalhados e aprovados.

Cada projeto possui seus próprios objetivos, sendo, em geral, elaborado a partir de atividades específicas, por profissionais especializados, conforme pode ser observado no Quadro 3.2, onde se apresenta uma sugestão dos projetos a serem elaborados para a realização de um empreendimento.

Quadro 3.2 - Principais projetos a serem *desenvolvidos* no processo de projeto (a partir de SOUZA et al., 1995).

TIPO DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS
Anteprojeto	Representação das informações técnicas para o detalhamento da edificação e da integração das demais atividades. Deve-se identificar informações suficientes para elaboração de estimativas de custos e cronogramas.
Projeto legal	Informações para análise e aprovação dos órgãos competentes, observando as exigências legais.
Projeto pré-executivo	Documentação para estudos prévios, subsidiando a seleção de materiais, mão-de-obra, procedimentos e tecnologias construtivos, além da análise de interferências.
Projeto básico	Projeto de pré-execução, compatibilizado com todas as interferências, que objetiva a contratação de serviços e o detalhamento dos custos e cronogramas de execução.
Projeto executivo	Desenhos técnicos em escalas apropriadas contendo as soluções e detalhes definitivos, além de informações de todos os projetos a serem executados na obra.
Detalhes executivos e construtivos	Desenhos complementares em escalas ampliadas para melhor compreensão dos elementos do projeto executivo durante a execução.
Especificações técnicas	Informações complementares quanto às especificações técnicas e detalhadas dos materiais previstos em obra (fabricantes, dimensões, cores, modelos), suas condições de execução, locais de aplicação e padrões de acabamento.

O tipo e a quantidade dos projetos elaborados nas etapas de desenvolvimento dependem, entre outros fatores, da complexidade do empreendimento e dos recursos disponíveis para sua realização. Contudo, deve-se ter em mente que este é o momento mais oportuno (se não a

última oportunidade) para avaliar as soluções propostas em cada projeto, sob a ótica de todos os *interessados* em sua realização.

Ressalta-se, portanto, a necessidade de que os projetos sejam desenvolvidos de forma *integrada*, possibilitando a análise *sistêmica* do empreendimento e de sua produção. Particularmente em relação aos *Edifícios de Alto Desempenho*, o desenvolvimento integrado dos projetos é indispensável para que sejam atingidos alguns dos principais objetivos deste tipo de empreendimento, quais sejam: flexibilidade, adaptabilidade a mudanças e ampliações e, sobretudo, integração entre os sistemas que, neste caso, costumam ser mais numerosos do que em um empreendimento convencional (CASTRO NETO, 1994).

### 3.2.1.3 A conclusão do processo de projeto

Em geral, não existe uma fronteira claramente definida entre o processo de projeto e as demais fases do empreendimento, sendo este ponto algo complexo e que pode ser analisado e entendido de várias formas. Observa-se, no entanto, uma tendência em estender o processo de projeto às fases de execução e uso/operação, conforme sugerem MELHADO (1994), SOUZA et al. (1995) e TZORTZOPOULOS (1999). Este procedimento pressupõe aumentar o número de etapas do projeto, bem como suas *interfaces* com as demais fases do empreendimento.

Neste sentido, GARCIA MESSEGUER (1991) lembra que as interfaces entre processos são zonas suscetíveis a falhas.

Por outro lado, as fases de execução e uso/operação representam valiosas fontes de *retroalimentação* para o processo produtivo como um todo, fornecendo informações que contribuem para a eliminação de erros em projetos de edifícios semelhantes ou mesmo para o desenvolvimento de ações corretivas ligadas à edificação já construída ou em processo de construção (ORNSTEIN, 1991; MELHADO, 1994; SOUZA et al., 1995).

Na Figura 3.2, ilustra-se um exemplo de como o processo de projeto pode ser continuamente melhorado a partir de contribuições das demais fases de realização do empreendimento.

Observa-se que os diversos níveis de retroalimentação fornecem informações que podem subsidiar, por exemplo, a avaliação dos requisitos e critérios de desempenho estabelecidos em projeto para atendimento dos objetivos do empreendimento e seus *níveis de desempenho*, o que possibilita a adoção de ações corretivas e/ou preventivas voltadas para a satisfação do usuário e para a garantia do sucesso do empreendimento como um todo.

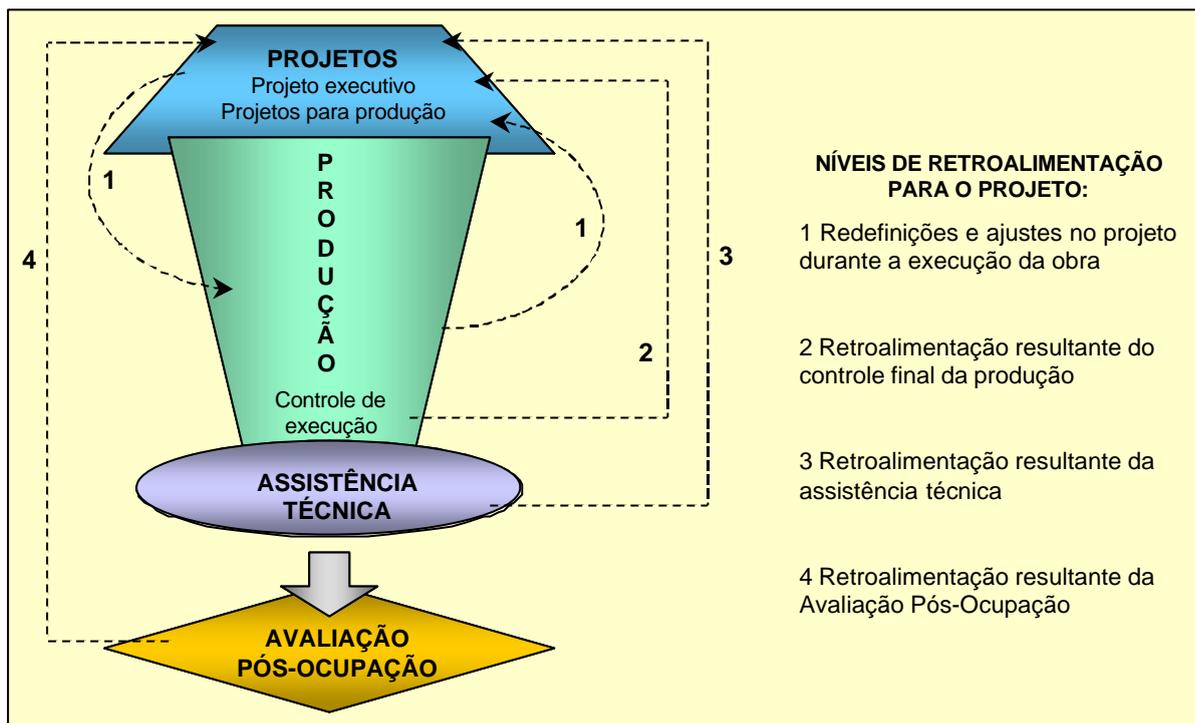


Figura 3.2 - Níveis de retroalimentação do processo de projeto (adaptado de REIS, 1998).

### 3.2.2 Agentes intervenientes do processo de projeto

A indefinição sobre o papel de cada profissional no processo de projeto resulta em superposição de atividades e falta de coordenação, o que compromete o sucesso do empreendimento como um todo (CASTRO NETO, 1994).

Portanto, tratar o projeto como um processo pressupõe a identificação e análise de seus *agentes intervenientes* que, dependendo do tipo, complexidade, ou mesmo do *nível de desempenho* do empreendimento, podem ser projetistas, empreendedores, usuários, consultores, fornecedores, órgãos fiscalizadores, construtores, conforme indicado no Quadro 3.3.

Dentre os principais agentes intervenientes, salienta-se a importância do *empreendedor*, que provê os recursos necessários à realização do empreendimento e pode, portanto, determinar o nível de envolvimento de agentes como projetistas, construtores e outros especialistas no processo de projeto.

Além disso, em geral, o empreendedor é o grande responsável pela definição dos objetivos do empreendimento, podendo garantir a inserção de conceitos como *eco-eficiência* e *sustentabilidade*, bem como viabilizar a construção de *Edifícios de Alto Desempenho*.

Destacam-se, ainda, o *usuário*, cuja correta caracterização influencia diretamente o desempenho alcançado pelo empreendimento quanto aos seus objetivos; a *equipe de projeto*,

responsável direta pela definição dos requisitos e critérios de desempenho do empreendimento, além do efetivo desenvolvimento dos projetos e os *construtores*, encarregados de concretizar o projeto.

Quadro 3.3 - Agentes intervenientes do processo de projeto (a partir de CASTRO NETO, 1994; SOUZA et al., 1995; SECOVI, 2000).

AGENTE	PRINCIPAIS CARATERÍSTICAS
Empreendedor ou promotor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ o agente promotor do empreendimento, ou seja, agentes financeiros, incorporadores ou mesmo órgãos públicos;</li> <li>▪ atuam definindo os objetivos e as diretrizes para a realização do empreendimento, em conjunto com outros agentes.</li> </ul>
Projetistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ os responsáveis pelas etapas de projeto, que podem ser pessoas físicas ou empresas de projeto e de estudos diversos;</li> <li>▪ além de desenvolverem os projetos, também atuam na definição dos objetivos do empreendimentos, bem como de seus requisitos e critérios de desempenho.</li> </ul>
Consultores/especialistas em tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ empresas ou pessoas físicas especializadas em tecnologia, que atuam nas etapas de projeto orientando a inserção de tecnologia, ou seja, o tipo, a quantidade, e outros aspectos ligados aos materiais, componentes, sistemas e equipamentos mais adequados para o empreendimento.</li> </ul>
Fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fornecedores de serviços, materiais, componentes, equipamentos e sistemas;</li> <li>▪ auxiliam no projeto fornecendo subsídios para a tomada de decisões quanto às especificações do produto (o edifício), bem como dos produtos e serviços utilizados na sua produção.</li> </ul>
Construtores e instaladores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ agentes responsáveis pela fase de construção, que participam do processo de projeto visando garantir a adequação do projeto às características da obra;</li> <li>▪ pode ser representado por empresas de construção e de serviços diversos, profissionais autônomos, laboratórios, empresas gerenciadoras;</li> <li>▪ em casos em que o processo de projeto possui um <i>coordenador</i>, esta função pode ser assumida por um representante da construtora.</li> </ul>
Usuário e/ou proprietário	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ todo aquele que <i>compra</i> e/ou utiliza o empreendimento, de forma permanente ou eventual, ou seja, os proprietários do imóvel, os locatários, os visitantes, os funcionários da administração predial.</li> </ul>
Órgãos licenciadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ órgãos públicos ou privados responsáveis pelo controle e fiscalização das fase de execução e uso/operação, no que tange ao interesse da sociedade de um modo geral.</li> </ul>

### 3.2.2.1 O empreendedor

O empreendedor avalia o projeto, basicamente, em relação ao sucesso do empreendimento, observando aspectos como a *penetração do produto no mercado*, a formação de uma *imagem* junto a possíveis compradores e, principalmente, o *retorno financeiro* que o projeto possa proporcionar (MELHADO, 1994).

Contudo, é comum em negociações entre o empreendedor e os demais agentes do processo de projeto (sobretudo, projetistas, consultores, fornecedores), que as condições de preço e prazo para a realização do projeto recebam maiores atenções do que as definições sobre as características do empreendimento. Em geral, as condições de execução do projeto são

definidas pela necessidade de lançamento do produto, sempre com urgência, seja pelo período de vendas (estações do ano, feiras promocionais, por exemplo), pela mudança na legislação, por planos econômicos, entre outros fatores (CONDE, 2001).

### 3.2.2.2 A importância do usuário

Entende-se como *usuários* todas as pessoas que utilizam a edificação, de forma direta ou indireta, permanente ou eventual. Enquanto *cliente externo* do empreendimento, o *usuário* avalia o projeto sob o aspecto da qualidade, de modo que este satisfaça suas intenções de consumo. Em geral, suas preocupações referem-se a aspectos como conforto, bem-estar, segurança, funcionalidade, custos de operação e manutenção, entre outros (MELHADO & AGOPYAN, 1995).

Ocorre que, muitas vezes, o usuário não sabe exatamente o que quer, ou está equivocado em relação às suas próprias necessidades (GARCIA MESSEGUER, 1991), dificultando o estabelecimento de requisitos e critérios de desempenho, que atendam às suas expectativas.

Assim, salienta-se a necessidade do processo de projeto incluir a caracterização do perfil do usuário, de forma a orientar o estabelecimento de estratégias para a adaptação adequada da edificação ao usuário (e não o contrário), o que, em última análise, reflete-se no *desempenho* do empreendimento como um todo.

Em empreendimentos que incluem requisitos de *desempenho ambiental*, o conhecimento das *demandas ambientais* e dos *padrões de qualidade* dos usuários possibilita, ainda, a avaliação antecipada dos impactos do edifício sobre a cidade, o entorno urbano e o meio ambiente, além de contribuir para a aceitação do empreendimento junto aos *compradores potenciais*, bem como junto à vizinhança por ele influenciada e a sociedade de modo geral (SECOVI, 2000).

### 3.2.2.3 O papel da equipe de projetos

Uma vez que o projeto possui grande influência no desempenho, durabilidade e vida útil do empreendimento, cabe aos projetistas conhecer as características dos materiais, componentes, equipamentos e sistemas a serem especificados, de modo a avaliar se estes atenderão ao desempenho mínimo pretendido para a edificação comparando, entre outros aspectos, os custos que influenciam não só as etapas da construção, mas também a manutenção e operação do empreendimento (DUSTON & WILLIAMSON, 1999).

Assim, quanto mais complexo o empreendimento, mais importante se torna a atuação dos projetistas no sentido de definir e avaliar a adequação dos *requisitos* e *critérios* de desempenho em relação aos *objetivos* e *níveis de desempenho*.

Em empreendimentos com alto grau de inovações tecnológicas, torna-se necessária, ainda, a participação de fornecedores e consultores especializados na equipe de projetos como forma de garantir a escolha correta da tecnologia envolvida, bem como sua integração com o empreendimento como um todo.

#### 3.2.2.4 Construtores

Às equipes de construção cabe a tarefa de *concretizar* o empreendimento, ou seja construí-lo. Tarefa esta que se torna cada vez mais difícil à medida em que o processo de projeto não leva em conta os aspectos práticos da fase de execução, tais como as condições de transporte e movimentação de materiais e equipamentos dentro do canteiro de obras, a tecnologia e mão-de-obra disponíveis.

Para o construtor, o projeto deve funcionar como uma ferramenta para facilitar o planejamento da execução. A clareza e abrangência de informações, assim como a qualidade gráfica do conteúdo dos projetos, reduzem a margem de dúvidas e a necessidade de correções durante as tarefas de execução, possibilitando, ainda, a análise de aspectos ligados à economia de materiais e mão-de-obra e à redução do desperdício (MELHADO & AGOPYAN, 1995).

Porém, freqüentemente, os projetos são entregues na obra repletos de lacunas e erros, resultando em problemas, não só nas etapas de execução, mas também nas fases de uso/operação, revelando-se, neste último caso, sob a forma de patologias (MELHADO, 1994).

Na prática, a falta de integração entre quem projeta e quem produz é a causa de inúmeras incompatibilidades entre os projetos e as atividades de execução (MARTE, 1994), conforme pode ser observado na Tabela 3.1, onde apresenta-se um panorama acerca da opinião de empresas construtoras sobre a relação entre os projetos e as etapas de execução<sup>2</sup>.

Observa-se que, em geral, os projetos de arquitetura e instalações estão entre os que menos atendem às necessidades das equipes de execução, o que sugere a necessidade de maior integração entre as equipes de execução e de projeto. Esta necessidade fica ainda mais evidente na medida em que aumenta o nível de desempenho do edifício, já que, neste caso, aumentam também a quantidade e complexidade dos projetos.

---

<sup>2</sup> A pesquisa envolveu cerca de 20 empresas construtoras na cidade de São Paulo.

Tabela 3.1 - Opinião de empresas construtoras sobre a relação projeto-execução (adaptada de BARROS &amp; SABBATINI, 1996).

TIPO DE PROJETO	O PROJETO ATENDE ÀS ETAPAS DE EXECUÇÃO?		A RELAÇÃO PROJETO/EXECUÇÃO EVOLUIU?	
	SIM (%)	NÃO (%)	SIM (%)	NÃO (%)
Arquitetura	-	100,00	60,00	40,00
Estruturas	80,00	20,00	80,00	20,00
Fôrmas	20,00	80,00	20,00	80,00
Armação	20,00	80,00	-	100,00
Instalações	-	100,00	100,00	-
Montagem de fôrmas	100,00	-	100,00	-
Alvenaria	100,00	-	100,00	-
Total	45,71	54,29	65,71	34,29

### 3.2.3 Outros aspectos importantes do processo de projeto

Além das etapas e agentes intervenientes, o processo de projeto possui outros aspectos importantes, que influenciam significativamente o desempenho do empreendimento. A observância destes aspectos durante as etapas de projeto resulta em melhorias, sobretudo na fase de execução e nas atividades de operação e manutenção.

#### 3.2.3.1 Enfoque sistêmico

Uma atividade que requer a aplicação de recursos e possibilita a transformação de *entradas* em *saídas* pode ser tratada como um processo. Em geral, os *dados de entrada* de um processo de projeto consistem em normas, códigos de obras, planos diretores, e demais instruções legais, além das necessidades e expectativas dos usuários e empreendedores. Já os dados de *saída* apresentam-se sob a forma de especificações (de materiais, componentes equipamentos, sistemas, entre outros produtos), detalhamentos, instruções para a execução, memoriais, os projetos propriamente ditos e outros elementos, que auxiliam as demais fases da produção (TAN & LU, 1995; THEIJE et al. 1998).

Freqüentemente, a *saída* de um processo representa a *entrada* para o próximo (NBR ISO 9004, 2000). Neste sentido, um empreendimento pode ser visto como um *sistema* composto de vários processos, onde o projeto está inserido, gerando influências e sendo influenciado de forma dinâmica (MELHADO, 1994).

Na Figura 3.3, apresenta-se um exemplo do tratamento *sistêmico* que pode ser dado a um empreendimento, sendo este um conjunto de diversos processos interrelacionados. Salienta-se que o *gerenciamento* ocorre ao longo de todo o processo produtivo, integrando os diversos processos do *sistema empreendimento*.

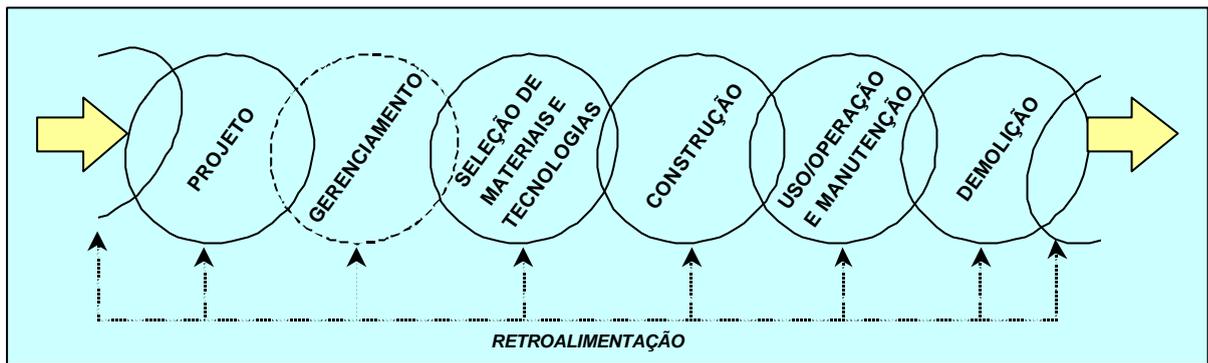


Figura 3.3 - Os diversos processos que compõem o sistema de produção de um empreendimento (adaptada de MELHADO & AGOPYAN, 1995).

Aplicada ao *sistema empreendimento*, a metodologia do PDCA<sup>3</sup> sugere uma forma alternativa para a compreensão do tratamento sistêmico, que pode ser dado a um conjunto de processos. Conforme observa-se na Figura 3.4, o planejamento (*plan*) de um produto consiste, basicamente, na definição de *metas* e de *métodos* para sua realização.

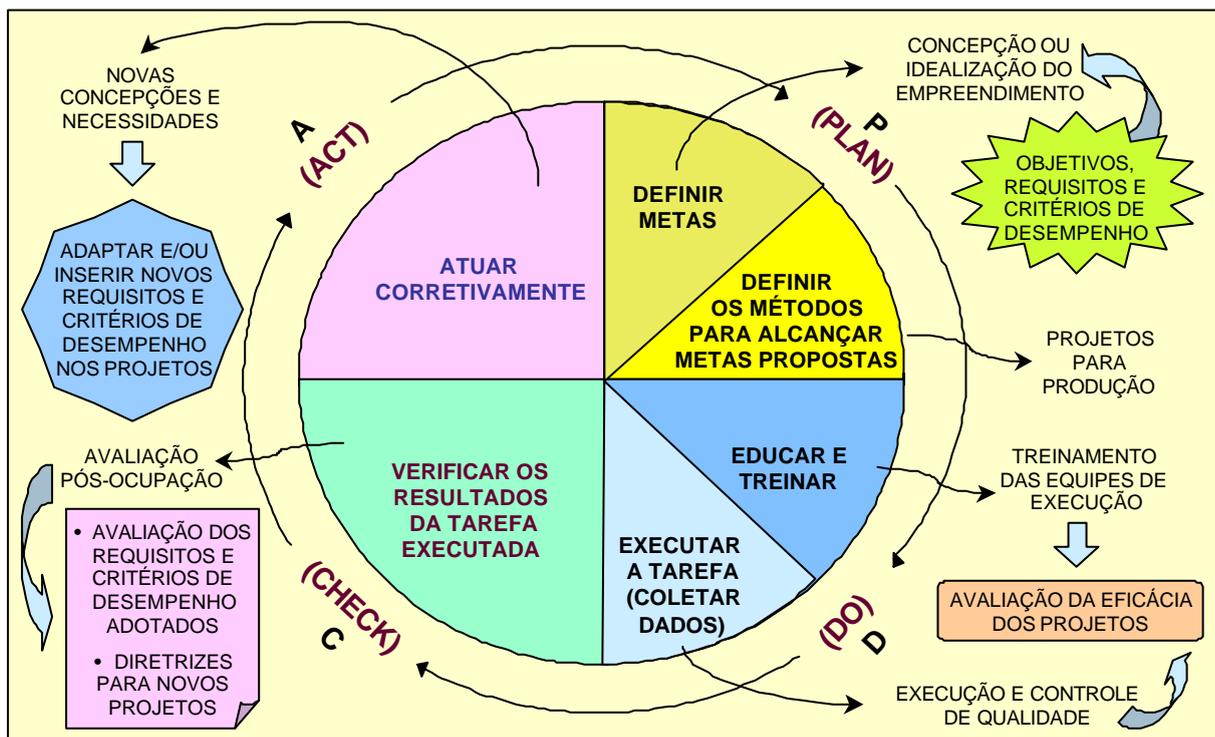


Figura 3.4 - O PDCA aplicado ao *sistema empreendimento* como forma de melhorar continuamente o *desempenho* de edifício e o processo de produção (adaptada de CTE, 2001).

Em geral, as *metas* podem ser representadas pelos *objetivos* do empreendimento, transferidos para projetos através de *requisitos e critérios de desempenho*. Já os *métodos* podem ser

<sup>3</sup> A metodologia conhecida como "Plan-Do-Check-Act" (PDCA) pode ser resumidamente descrita como (NBR ISO 9001, 2000): *Plan* (planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente; *Do* (fazer): implementar os processos; *Check* (checar): monitorar e avaliar processos e produtos em relação aos objetivos e aos requisitos para o produto; *Act* (agir): executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

expressos pelos *projetos para produção*, elaborados para definir *como* as atividades devem ser executadas na obra.

As atividades de *controle de execução e treinamento* possibilitam a avaliação da eficácia dos projetos nas etapas de execução, enquanto a *avaliação pós-ocupação* fornece subsídios para verificar a adequação dos requisitos e critérios de desempenho adotados na produção de um empreendimento, em relação a seus objetivos, o que resulta em *diretrizes* para novos projetos. De modo geral, essas atividades *realimentam* o sistema produtivo através de *ações corretivas e/ou preventivas*, promovendo sua melhoria contínua, conforme indicado na Figura 3.5.

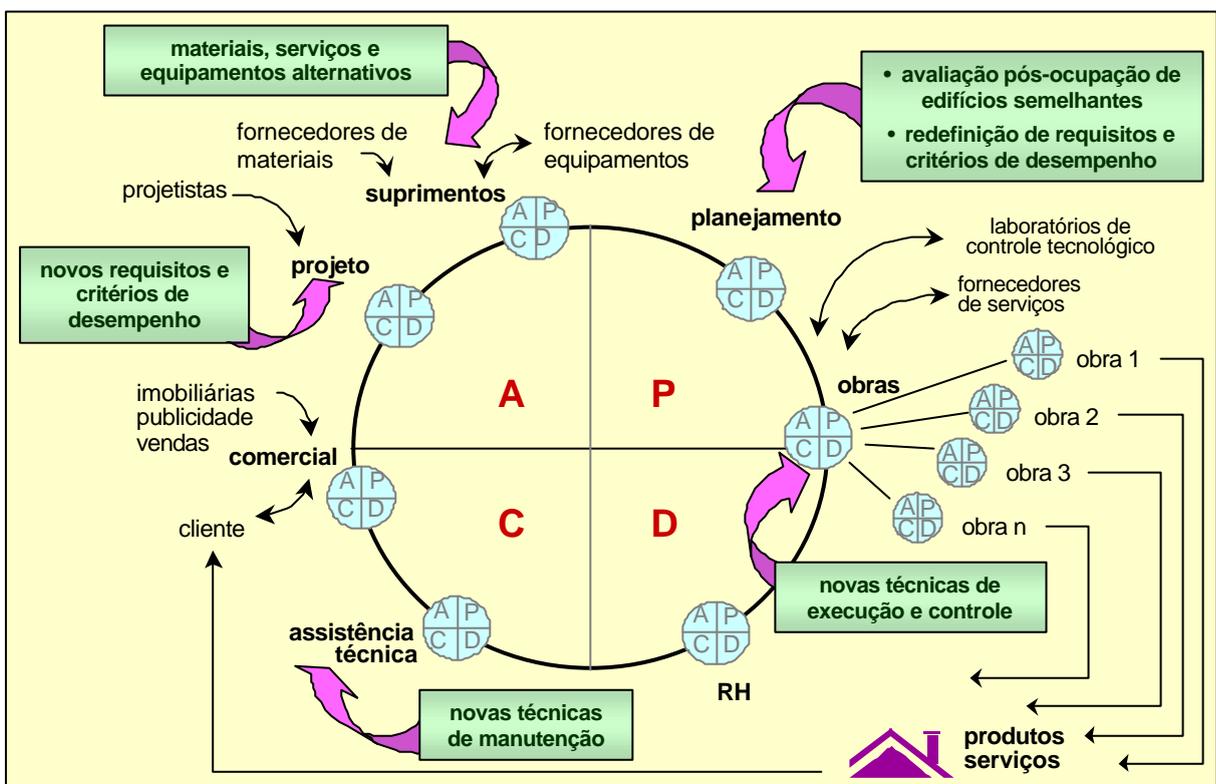


Figura 3.5 - Melhoria contínua do processo produtivo a partir da retroalimentação (adaptada de CTE, 2001).

Assim, a análise e o gerenciamento de processos interrelacionados a partir de um *enfoque sistêmico* contribui para a eficácia e eficiência de um empreendimento, em atingir seus objetivos. Além disso, o *tratamento sistêmico* proporciona o controle contínuo sobre as interfaces dos processos (NBR ISO 9000, 2000).

### 3.2.3.2 Coordenação e equipes de projeto

A definição de um *coordenador* é imprescindível para o desenvolvimento adequado do processo de projeto, pois, ainda que cada um dos profissionais envolvidos seja um especialista extremamente qualificado, a soma dos trabalhos destes profissionais deve ser *integrada* e

*compatibilizada* entre si e com o processo de produção do empreendimento (GARCIA MESEGUER, 1991; MELHADO, 1994).

A função do *coordenador* é garantir que as soluções adotadas nas etapas de projeto sejam suficientemente abrangentes, integradas e detalhadas, de modo que as etapas de execução ocorram de forma contínua, sem interrupções e improvisos (SOUZA et al., 1995). Cabe ainda ao coordenador seguir as diretrizes do empreendimento e estar atento às exigências constantes de legislações e normas aplicáveis (MELHADO, 1994).

Contudo, a *coordenação do processo de projeto* não pode ser confundida com o *gerenciamento do empreendimento*. O gerente do empreendimento é o responsável pelas atividades globais de sua produção, representando o empreendedor. Já o coordenador dá suporte ao desenvolvimento dos projetos, visando assegurar sua qualidade. O objetivo primordial da coordenação é que os projetos sejam elaborados de maneira a atender aos objetivos do empreendimento, proporcionando à fase de execução a qualidade e eficiência esperadas (FRANCO & AGOPYAN, 1993; MELHADO, 1994; SOUZA et al., 1995).

No Quadro 3.4, apresentam-se os mais importantes princípios e objetivos da atividade de *coordenação de projetos*.

Quadro 3.4 - Princípios e objetivos da coordenação de projetos (a partir de NOVAES & FRANCO, 1997).

PRINCÍPIOS	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ definição clara e precisa dos objetivos e parâmetros de projeto, bem como de todas as etapas que devem constituir o processo de projeto;</li> <li>▪ qualificação dos profissionais de projeto e de serviços de apoio;</li> <li>▪ conhecimento tecnológico adequado;</li> <li>▪ processo orientado à racionalização;</li> <li>▪ padronização de procedimentos gerenciais e de projeto;</li> <li>▪ integração projeto/execução;</li> <li>▪ definição de sistemáticas de avaliação de <i>desempenho</i> voltadas para a retroalimentação do projeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ comunicação eficiente entre os envolvidos;</li> <li>▪ integração com a fase de execução em todas as suas etapas;</li> <li>▪ compatibilização de interferências e de soluções entre os projetos;</li> <li>▪ coerência entre o produto projetado e o processo de execução;</li> <li>▪ gerenciamento das decisões relacionadas com a elevação da produtividade e <i>garantia de desempenho</i>;</li> <li>▪ controle e garantia da qualidade (através do controle das interfaces, dos dados de entrada, das revisões e das pendências).</li> </ul>

Destaca-se ainda a necessidade de que o coordenador da equipe de projetos adote ações no sentido de manter o foco da equipe de projetos voltado para o atendimento dos *níveis de desempenho* do empreendimento. Estas ações devem assegurar o esclarecimento de conceitos como *eco-eficiência*, *sustentabilidade* e desempenho, bem como o estímulo a avaliações constantes sobre os objetivos do empreendimento e seus requisitos de desempenho.

Finalmente, ressalta-se que, embora fundamental, a coordenação do projeto não garante, por si só, a solução mais adequada para o empreendimento. O projeto deve ser pautado no trabalho de uma *equipe multidisciplinar*, onde o coordenador atue de forma flexível e crítica, avaliando a produção do grupo e decidindo acerca da necessidade de consultar ou não outros profissionais (MELHADO, 1995).

Em *Edifícios de Alto Desempenho*, onde, normalmente, as atividades de projeto demandam o envolvimento de um grande número de profissionais, com as mais diversas especialidades, as eventuais interferências entre os projetos tendem a ser mais complexas, aumentando ainda mais, a importância do *coordenador de projetos* e das *equipes multidisciplinares* para a garantia do desempenho deste tipo de empreendimento.

### 3.2.3.3 Racionalização

A *racionalização construtiva* é um processo dinâmico representado por um conjunto de ações que objetivam otimizar o uso de todo tipo de recursos (materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais, financeiros, por exemplo) disponíveis para as etapas do processo de execução (MELHADO, 1994).

Os tipos e número de operações de execução, o grau de interdependência entre elas, as condições de transporte e movimentação, a qualidade requerida para a mão-de-obra e demais fatores operacionais, resultam de *decisões de projeto* que determinam o grau de complexidade, repetição e continuidade das operações numa obra (SOUZA et al., 1995).

Desta forma, os projetos devem estar voltados para as etapas de construção, identificando os processos críticos de execução e propondo soluções para garantir a qualidade do empreendimento e a otimização da produção (FRANCO & AGOPYAN, 1993).

A racionalização construtiva deve contemplar, ainda, aspectos relacionados ao *desempenho ambiental*, minimizando o desperdício nas etapas de execução e maximizando a economia e nas atividades de uso/operação, em sintonia com os conceitos de *eco-eficiência* e *sustentabilidade*, imprescindíveis aos *Edifícios de Alto Desempenho* (HPB, 1999; CIB, 2000).

Na Figura 3.6, apresentam-se alguns exemplos de diretrizes de projeto que tendem a simplificar as etapas de execução, de modo a favorecer a racionalização dos processos

construtivos e melhorar o *desempenho ambiental* do empreendimento nas etapas de execução.<sup>4</sup>

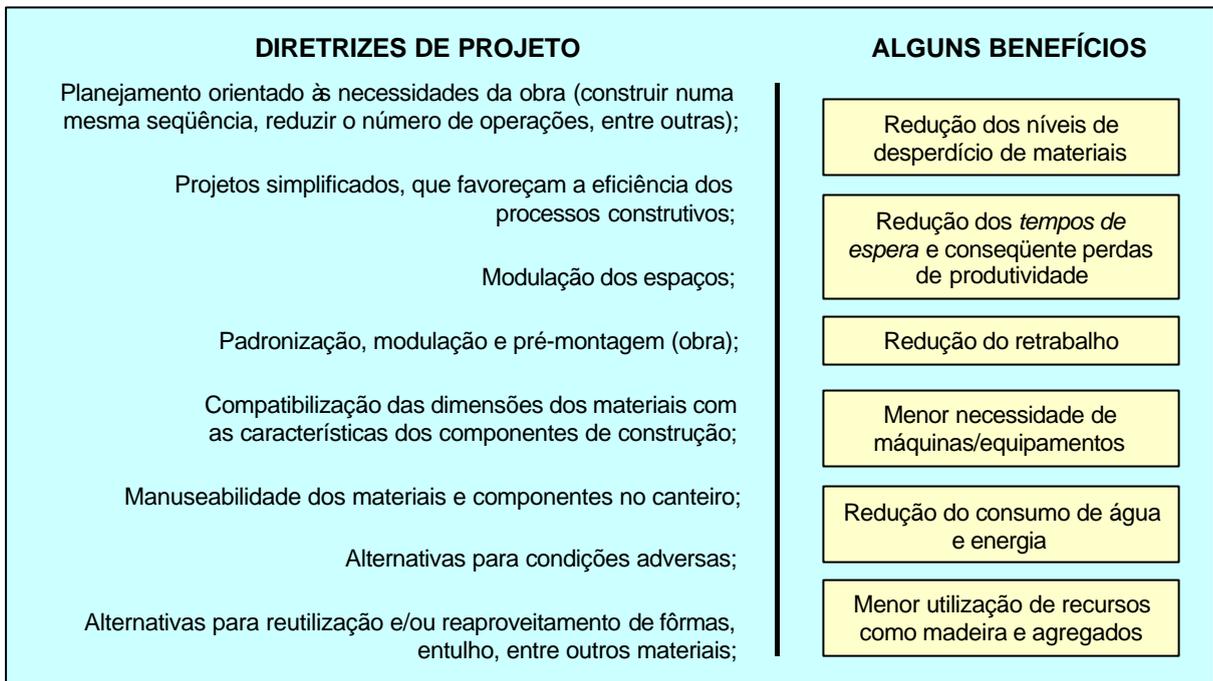


Figura 3.6 - Diretrizes de projeto voltadas para racionalização construtiva e os impactos no desempenho ambiental do empreendimento (a partir de FRANCO & AGOPYAN, 1993).

### 3.2.3.4 Qualidade do projeto e do processo

A qualidade deve orientar e subsidiar a elaboração do projeto levando em conta dois aspectos: o produto e o processo. Os projetos devem incluir informações dirigidas tanto às especificações do produto a ser construído, quanto aos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários à sua construção (MELHADO, 1994). Esta idéia pode ser observada na Figura 3.7.

Enquanto o *projeto do produto* (projeto executivo) define as características físicas e as especificações de materiais e componentes para a realização do edifício, o *projeto para produção*<sup>5</sup>, elaborado simultaneamente aos projetos executivos, auxilia as atividades de execução na obra (MELHADO, 1994; SOUZA et al., 1995).

<sup>4</sup> Em 02 de janeiro de 2003 entrará em vigor a resolução nº 307 do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, que estabelece que os geradores de resíduos da indústria da construção civil, entre os quais as construtoras, deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final dos resíduos. Esta resolução também proíbe a disposição de entulhos de obra e outros resíduos de construção em aterros de resíduos domiciliares, em *áreas de bota fora*, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei (CONAMA, 2002).

<sup>5</sup> Consiste em um conjunto de detalhamentos construtivos, indicando a disposição e seqüência das atividades da obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens

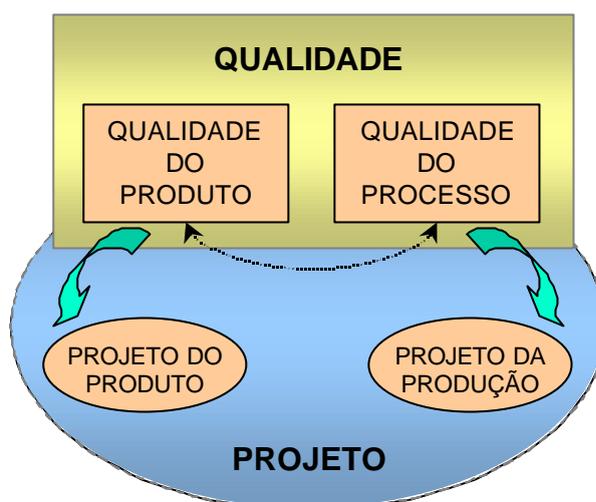


Figura 3.7 - Projeto do produto e projeto da produção orientados pelo plano da qualidade (MELHADO, 1994).

Por outro lado, para assegurar a qualidade dos projetos de um modo geral, é necessário controlá-los sob dois aspectos principais: a qualidade das *soluções* adotadas e a qualidade da *descrição* de tais soluções (SOUZA et al., 1995), conforme indicado no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Componentes da qualidade do projeto (adaptada de PICCHI, 1993).

COMPONENTES DA QUALIDADE		PRINCIPAIS ASPECTOS RELACIONADOS
QUALIDADE DAS SOLUÇÕES	levantamento de necessidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisas de mercado</li> <li>▪ identificação das necessidades dos usuários</li> <li>▪ antecipação de tendências</li> </ul>
	aspectos a serem controlados nos projetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ exigências psicossociais:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ funcionalidade, estética, proteção, <i>status</i></li> </ul> </li> <li>▪ exigências de desempenho:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ segurança, habitabilidade, desempenho ao longo do tempo, economia na utilização</li> </ul> </li> <li>▪ exigências de otimização da execução:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ racionalidade, padronização, construtibilidade, integração de projetos, custo da obra</li> </ul> </li> </ul>
QUALIDADE DAS DESCRIÇÕES	qualidade da apresentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ clareza de informações</li> <li>▪ detalhamento adequado</li> <li>▪ informações completas</li> <li>▪ facilidade de consulta</li> </ul>
	qualidade do processo de elaboração dos projetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ prazos</li> <li>▪ custos de elaboração</li> <li>▪ comunicação e envolvimento dos profissionais</li> </ul>

Finalmente, ressalta-se que, a introdução de medidas para controle e garantia da qualidade na fase de projeto, assim como o desenvolvimento de *projetos para produção* podem aumentar

---

vinculados ao sistema construtivo adotado. As informações devem subsidiar as atividades de execução, sendo norteadas por diretrizes que levem em conta as características do empreendimento e dos recursos e sistemas de produção disponíveis (MELHADO, 1998).

os investimentos na fase de projeto. Contudo, esses investimentos são, seguramente, recuperados nas fases subsequentes do empreendimento, através da economia gerada com a redução das *perdas* ao longo de todo o processo produtivo e da redução dos custos de manutenção (BAGATELLI et al., 2000).

### 3.3 O conceito de desempenho e sua importância no processo de projeto

A palavra *desempenho*, cujo significado aplicado à construção civil é *comportamento em utilização*, caracteriza a necessidade de um produto apresentar certas propriedades que permitam o cumprimento de sua função quando sujeito a determinadas influências ou ações<sup>6</sup>, durante sua vida útil (SOUZA, 1988; MITIDIARI & HELENE, 1998).

Segundo a NBR 5674 (1999), *desempenho* é a capacidade de uma edificação atender às *necessidades* de seus *usuários*, a saber, *exigências* quanto à segurança, saúde, conforto, adequação ao uso e economia, cujo atendimento é condição para realização das atividades previstas no projeto durante a vida útil do empreendimento, ou seja, durante o intervalo de tempo ao longo do qual a edificação e suas partes constituintes atendem aos *requisitos* funcionais para os quais foram projetadas, obedecidos os planos de uso, operação e manutenção previstos.

Em geral, as edificações são projetadas para atender, apenas, às *exigências* normativas relacionadas à utilização do empreendimento pelos seus usuários. Mesmo os aspectos relacionados ao *conforto*, por exemplo, que sugerem preocupações no sentido de tornar o ambiente construído o mais *agradável* possível para quem o utiliza, limitam-se, basicamente, à observância de níveis de ruídos, temperatura e estabilidade estrutural.

Mas, a aplicação do conceito de desempenho na indústria da construção consiste em traduzir as *necessidades e expectativas* dos usuários em requisitos técnicos e critérios quantitativos de desempenho. Assim, ressalta-se a necessidade de identificar e mensurar *todas essas necessidades e expectativas* como forma de garantir o sucesso do empreendimento (BECKER, 1999).

---

<sup>6</sup> As edificações estão sujeitas a solicitações de naturezas diversas, tais como a ação dos ventos, da radiação solar, da chuva, e outros fatores relacionados ao frio, ao calor e à umidade característicos do ambiente onde estão inseridas. Há ainda que se considerar as solicitações advindas da própria concepção do edifício, como ações de cargas permanentes, esforços de manuseio, ruídos internos e externos, entre outros, além de uma infinidade de outras solicitações imprevisíveis inerentes ao uso das edificações, como por exemplo, a ação de agentes químicos provenientes de produtos de limpeza, impactos e choques acidentais, incêndios, entre outras (SOUZA et al., 1995).

Observa-se assim, a necessidade de que as *dimensões* do conceito de desempenho sejam ampliadas, incluindo a constante identificação e avaliação das necessidades e expectativas do usuário. Da mesma forma, na medida em que aumentam os *níveis de desempenho* pretendidos para o empreendimento, a quantidade e abrangência de seus requisitos e critérios de desempenho devem ser ampliados, não só no âmbito da edificação, mas também da própria indústria da construção.

Em *Edifícios de Alto Desempenho*, destaca-se a necessidade de que os requisitos de desempenho contemplem, também, os aspectos relacionados à *eco-eficiência*, *sustentabilidade* e *desempenho ambiental* do empreendimento, nas etapas de construção, uso/operação, manutenção e demolição/desmontagem.

### 3.3.1 Os requisitos de desempenho das edificações

As condições qualitativas às quais uma edificação deve atender quando submetida a determinadas *condições de exposição* a fim de que sejam satisfeitas as *necessidades dos usuários* são denominadas *requisitos de desempenho*<sup>7</sup> (SOUZA et al., 1995).

Por sua vez, as *condições de exposição* compreendem solicitações de origens diversas, fenômenos naturais, solicitações do uso e operação, entre outras, podendo ser identificadas e mensuradas a partir de ensaios e observações do ambiente onde o empreendimento estará inserido ao longo de sua vida útil.

Já as *necessidades dos usuários* consistem em grandezas complexas e dinâmicas, decorrentes de fatores como a função do empreendimento, condições climáticas, valores culturais e características físicas do usuário, que são influenciadas pelo desenvolvimento tecnológico, pela disponibilidade de recursos econômicos e até pela forma de organização da sociedade. Deste modo, as necessidades dos usuários são *socialmente definidas* e redefinidas continuamente, apresentando um *caráter histórico* (JOHN, 1989).

Portanto, o *desempenho* de uma edificação é o resultado do *equilíbrio* entre esta e o meio que a abriga. E este equilíbrio deve ser obtido através da adequação das propriedades e características da edificação às suas condições de exposição (MITIDIARI & HELENE, 1998).

A definição dos requisitos de desempenho de um empreendimento, bem como sua inserção no projeto representa uma tarefa complexa, uma vez que existem exigências de caráter

---

<sup>7</sup> Enquanto os *requisitos de desempenho*, em geral, expressam qualitativamente as características do empreendimento, os *critérios de desempenho* as expressam de modo quantitativo (NBR 5674, 1999).

imperativo como aquelas ligadas à segurança estrutural ou incêndio, por exemplo, que são impostas por normas e legislações diversas. Por outro lado, há outras necessidades, de natureza subjetiva, bastante difíceis de serem identificadas e/ou mensuradas, como é o caso dos aspectos relacionados ao *conforto* e à *qualidade*.

No Quadro 3.6, indicam-se os requisitos *básicos* de desempenho estabelecidos por diversas normas para as edificações de um modo geral. Destaca-se que estes requisitos foram definidos na década de 80, pela NBR ISO 6241, sendo consolidados ao longo dos últimos 20 anos.

Quadro 3.6 - Requisitos de desempenho das edificações (a partir de ISO 6241, 1984; CIRIA, 1992; SOUZA et al., 1995; MITIDIERI FILHO & HELENE, 1998).

<b>segurança estrutural</b> - os componentes e sistemas da edificação devem possuir resistência mecânica a cargas mecânicas estáticas, dinâmicas e cíclicas, individualmente ou combinadas; resistência a impactos e ações acidentais; efeitos cíclicos (fadiga); para garantir que estes elementos não atinjam o estado limite último, que corresponde à ruína do elemento ou parte dele.
<b>segurança ao fogo</b> - os componentes e subsistemas da edificação devem apresentar limitações na influência ao risco de início e propagação de fogo. A edificação deve possuir elementos de segurança para casos de incêndios, tais como sistemas de alarme e extinção de focos de fogo, bem como possibilitar evacuações em tempos eficientes e efeitos redução de efeitos fisiológicos causados pela fumaça e calor.
<b>segurança de utilização</b> - a edificação deve apresentar segurança no uso e operação dos equipamentos, bem como segurança contra intrusões (pessoas e animais) nas áreas comuns e de movimentação/circulação.
<b>habitabilidade</b> - cuidados com a estanqueidade dos ambientes, subsistemas e componentes da edificação em relação a elementos líquidos e sólidos e gasosos, tais como, água de chuva, do solo, potável, fumaça e poeira.
<b>higiene</b> - cuidados com a higiene pessoal e dos ambientes, abastecimento de água e remoção de resíduos, limitações na emissão de contaminantes.
<b>qualidade do ar</b> - os ambientes devem possuir ventilação adequada e controle de odores, além de cuidados com a pureza do ar.
<b>conforto higratérmico</b> - limitações das propriedades térmicas do edifício, seus componentes e subsistemas, possibilitando o controle da temperatura e da umidade relativa do ar e das superfícies; controle da velocidade do ar, da radiação térmica e de condensações.
<b>conforto visual</b> - refere-se à iluminação natural e artificial, insolação, possibilidade de escurecimento, aspecto dos espaços e das superfícies, acabamentos e contato visual interna e externamente, vista para o exterior.
<b>conforto acústico</b> - cuidados relativos ao isolamento acústico e níveis de ruídos dos ambientes; isolamento de componentes e subsistemas geradores de ruídos; tempo de reverberação de ruídos; controle de ruídos provenientes do exterior da edificação e de ambientes adjacentes.
<b>conforto tátil</b> - as superfícies devem ser cuidada para apresentar propriedades adequadas quanto à rugosidade, umidade, temperatura, eliminação ou redução de cargas de eletricidade estática.
<b>conforto antropodinâmico</b> - referem-se a cuidados quanto a ergonomia, limitações de vibrações e acelerações, esforços de manobra e movimentações de todo tipo, além do conforto para transeuntes em áreas de vento.
<b>adaptação à utilização</b> - tamanho, quantidade, geometria e relação entre espaços e equipamentos, previsão de serviços e de condições específicas de utilização (deficientes, por exemplo), flexibilidade.
<b>durabilidade</b> - conservação das características da edificação ao longo de sua vida útil; limitações relativas ao desgaste e deterioração de materiais, equipamentos e subsistemas.
<b>economia</b> - preocupações com os custos iniciais, de operação, custos de manutenção e reposição durante o uso, custos de demolição.

Com o avanço tecnológico e as constantes transformações das sociedades, de um modo geral, observa-se a necessidade de que as edificações contemplem outras necessidades. No que diz respeito às edificações de uso comercial, ressalta-se a importância de que os requisitos de desempenho sejam *atualizados* de forma a acompanhar os avanços tecnológicos, que, rapidamente, são incorporados às atividades dos usuários.

### 3.3.2 Requisitos de desempenho para *Edifícios de Alto Desempenho*

No início da década de 90, quando o *Código de Defesa do Consumidor* começou a vigorar no Brasil, o consumidor passou a exigir da indústria da construção uma postura mais comprometida com a *qualidade* de seus produtos como forma de garantir o atendimento às suas necessidades, ou seja, aos requisitos de desempenho dos empreendimentos. Neste sentido, as normas ISO 9000, já introduzidas no país desde a década de 80, começaram a revolucionar o setor e, hoje, o conceito de qualidade consolida-se como um dos aspectos fundamentais na identificação dos requisitos de desempenho das construções brasileiras.

Mas, se a última década foi a *década da qualidade*, as próximas serão dedicadas à questão ambiental, entendida mais amplamente no contexto do *desenvolvimento sustentável*<sup>8</sup> (JOHN, 2000). Novamente, a sociedade começa a pressionar a indústria, de um modo geral, cobrando posturas mais responsáveis diante da questão ambiental. Consequentemente, os produtos resultantes de processos de fabricação que poluem ou de alguma forma degradam o meio ambiente já começam a ser rejeitados pelo consumidor, com a valorização das chamadas *tecnologias limpas*.

A série de normas ISO 14000, símbolo da preocupação empresarial com a preservação do meio ambiente, já começa a ser introduzida na indústria nacional. Particularmente na indústria da construção civil brasileira, várias empresas concentram esforços para obtenção do certificado. Neste contexto, destacam-se preocupações com a racionalização dos processos construtivos, redução do desperdício, reutilização de resíduos industriais e produtos provenientes de demolições, além da preocupação em diminuir a extração de minerais e o consumo de energia para a produção de materiais de construção.

Nos países onde o processo de projeto encontra-se em estágios mais avançados estas preocupações representam uma realidade, sendo consolidadas como as mais novas

---

<sup>8</sup> Desenvolvimento capaz de atender às necessidades da população, inclusive suas aspirações de uma vida com mais qualidade sem, contudo, comprometer a capacidade de as gerações futuras desfrutarem do mesmo direito. Este conceito foi definido na *Agenda 21 da Rio 92*, Conferência Internacional sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, realizada no Brasil, em 1992 (JOHN, 2000).

*necessidades dos usuários*, sobretudo na construção de *Edifícios de Alto Desempenho*. No Quadro 3.7, indicam-se algumas dessas necessidades, as quais devem ser *somadas* aos requisitos de desempenho apresentados anteriormente (Quadro 3.6), como forma de ampliar o conceito de *desempenho* e, conseqüentemente, as dimensões das necessidades e expectativas dos usuários.

Quadro 3.7 - Algumas das *novas* necessidades do usuário (a partir de ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWS<sub>a</sub>, 1995; ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWS<sub>b</sub>, 1998; GOTTIFRIED, 2000; CIB, 2000; SECOVI, 2001).

<p>▪ <b>Urbanização e planejamento de ocupação</b></p> <p>Integração da edificação com a região por ela influenciada. Pressupõe o tratamento de impactos causados nos sistemas de transporte, abastecimento de água e energia, coleta de lixo e outros serviços coletivos. Inclui também, paisagismo e controle de poluição sob todas as suas formas (sonora, visual, da água, do ar).</p>
<p>▪ <b>Uso racional de recursos</b></p> <p>Os equipamentos e sistemas que dependem de recursos como água e energia para funcionamento, tais como condicionamento de ar, iluminação, ventilação, transporte (elevadores e escadas rolantes, por exemplo) e aparelhos sanitários, devem possuir características que promovam o uso eficiente de tais recursos. Estes cuidados devem ser observados em toda a cadeia produtiva da construção, ou seja, desde a fabricação de materiais e componentes de construção e processos construtivos da edificação (que utilizem-se de água e/ou energia) até as atividades de manutenção e operação do empreendimento.</p>
<p>▪ <b>Reutilização e reciclagem</b></p> <p>Uso de materiais e componentes produzidos a partir de matéria-prima reciclada e/ou proveniente de utilização anterior, ou ainda, materiais que incluam o aproveitamento de resíduos gerados em outras indústrias.</p>
<p>▪ <b>Saúde e qualidade do ambiente interno</b></p> <p>Os níveis de iluminamento, temperatura e ruídos, além da qualidade do ar e da água devem ser monitorados e adequadamente tratados de forma a promover a saúde, o conforto e o bem-estar do usuário. Devem ser observados cuidados relativos aos revestimentos (por exemplo, o uso de materiais atóxicos, antifungos e antialérgicos), técnicas de descontaminação, ergonomia (móveis e equipamentos ajustáveis a cada usuário).</p>
<p>▪ <b>Gerenciamento da construção</b></p> <p>Cuidados relativos, sobretudo, aos impactos ambientais e sociais causados pelo empreendimento nas suas etapas de construção. Devem ser previstas medidas para preservação/aproveitamento de áreas verdes já existentes, bem como para a recuperação de áreas degradadas. Deve-se buscar a minimização do desperdício, não só como forma de aumentar a produtividade, mas também como meio de diminuir o impacto do empreendimento e da própria indústria da construção sobre o meio ambiente.</p> <p>Neste sentido, a destinação do entulho de obra, o tratamento de resíduos poluentes provenientes dos processos construtivos, bem como o uso de recursos como água e energia, também devem ser cuidadosamente planejados. Outro aspecto importante refere-se à saúde do trabalhador, favorecida, por exemplo, com a redução do uso de materiais tóxicos e com a adoção de técnicas de pré-montagem.</p>
<p>▪ <b>Análise do ciclo de vida da edificação</b></p> <p>O empreendimento deve ser analisado como um <i>sistema</i>, cujo <i>ciclo de vida</i> inicia-se no projeto e só termina quando a edificação é <i>demolid</i>a e o produto da <i>demolição</i> recebe tratamento adequado. O projeto deve prever o tratamento dos fatores que influenciam o desempenho da edificação em toda a sua vida útil, ou seja, a construção, o uso/operação, a manutenção e a <i>demolição/desmontagem</i>, incluindo também, os impactos ambientais causados pela fabricação dos materiais e componentes a serem empregados em sua produção.</p> <p>A análise do ciclo de vida da edificação deve resultar em diretrizes de projeto para orientar a escolha de materiais e componentes a serem utilizados no empreendimento, bem como sua manutenção e correta disposição após a vida útil do empreendimento. Tudo isso como forma de garantir o atendimento dos <i>objetivos</i> e <i>níveis de desempenho</i> do empreendimento, junto aos seus usuários, à sociedade e ao meio ambiente.</p>

Nota-se que estes *novos requisitos de desempenho* resultam não só de uma evolução de antigas necessidades como conforto, qualidade, economia e qualidade, mas, sobretudo, da integração destas como os conceitos de *sustentabilidade* e *eco-eficiência*.

### 3.4 A influência do processo de projeto no desempenho dos edifícios

Os objetivos de *desempenho* abrangem qualidade (fazer certo), rapidez (fazer em menor tempo), confiabilidade (cumprir prazos), flexibilidade (capacidade de oferecer uma maior gama de produtos) e custo (fazer mais barato) (ULRICH & SACOMANO, 1999).

Partindo-se destes objetivos, é fácil deduzir que o processo de projeto exerce grande influência sobre o desempenho de um empreendimento, pois é durante as etapas de projeto que as características do produto são definidas, sendo considerados os aspectos relacionados à sua qualidade, custos e velocidade de execução. À medida que o *sistema empreendimento* avança no tempo, as possibilidades de interferência vão diminuindo à taxa cada vez maiores. Com relação à qualidade, estudos realizados por vários pesquisadores indicam que a maioria dos problemas patológicos detectados ao longo da vida útil do empreendimento são originados na fase de projeto, conforme observa-se no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Origens dos problemas patológicos em edificações (a partir de LICHTENSTEIN, 1985; THOMAZ 1989; ABRANTES 1995).

LICHTENSTEIN (1985)	THOMAZ (1989) <sup>9</sup>	ABRANTES (1995)
Projeto – 41,60%	Projeto – 46,00%	Projeto – 60,00%
Execução – 24,40%	Execução – 22,00%	Execução – 26,40%
Materiais – 17,40%	Materiais – 15,00%	Equipamentos – 2,10%
Utilização – 10,00%		Diversos – 11,50%
Diversos – 6,60%		

Embora as percentagens apresentem variações<sup>10</sup> consideráveis quando comparadas entre si, em média, cerca de 35% a 50%<sup>11</sup> das falhas ocorridas nas edificações podem ser seguramente atribuídas à fase de projeto.

Ressalta-se que, uma vez concluído o processo de projeto, as fases subsequentes não poderão compensar eventuais falhas de planejamento sem que o custo da obra exceda os valores inicialmente previstos. Além disso, as intervenções promovidas durante as fases de execução e/ou utilização, em geral, não garantem melhorias significativas no desempenho da

<sup>9</sup> Referindo-se a uma pesquisa realizada na Bélgica ainda no final dos anos 80 pelo *Centre Scientifique et Technique de la Construction*, onde foram avaliadas 1800 patologias distintas.

<sup>10</sup> Possivelmente ocasionadas por diferenças metodológicas na coleta e tratamento dos dados.

<sup>11</sup> A partir de pesquisas realizadas em vários países da Europa citadas por diversos pesquisadores e organismos de pesquisa (NOVAES & FRANCO, 1997).

edificação, constituindo apenas medidas paliativas para o atendimento de suas mínimas condições de uso (FRANCO & AGOPYAN, 1993).

Conclui-se, portanto, que o processo de projeto exerce forte influência sobre o desempenho do empreendimento, principalmente, nos aspectos relacionados a *custos* e *qualidade*. Vale observar que esta influência aumenta na medida em que o empreendimento se torna mais complexo, manifestando-se de maneiras distintas em cada fase do processo produtivo.

### 3.4.1 O processo de projeto e o ciclo de vida do empreendimento

Projetar pressupõe conhecer, avaliar, escolher, dimensionar e *dosar* adequadamente o uso de tecnologias (materiais, serviços, componentes, sistemas estruturais, tecnologias construtivas e de controle), de forma a atender os objetivos do empreendimento não só durante sua fase de uso/operação, mas também nas etapas de construção (LAMOND, 1997).

Por outro lado, sabe-se que uma edificação causa grandes impactos sobre o ambiente onde está inserida. Em geral, aumentam sensivelmente, a produção de lixo, o consumo de água e energia, o tráfego de pessoas e veículos, o que contribui para o aumento da poluição nas cidades em todos os seus aspectos (do ar, da água, visual, sonora), bem como para a escassez dos recursos naturais disponíveis na região onde o empreendimento é construído (ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWS<sub>c</sub>, 1999).

Na Figura 3.8, ilustra-se uma adaptação do modelo de *ciclo fechado de produção* ao caso da construção civil. A partir deste modelo, o empreendimento é projetado e construído de forma a facilitar operações de reabilitações e reformas, bem como desmontagens ou *desconstruções* e até mesmo a reciclagem dos materiais utilizados (JOHN, 2000).

A partir desta visão, em que o empreendimento é abordado de forma integrada, observa-se que o processo de projeto influencia e é influenciado por eventos como a definição de requisitos e critérios de desempenho, seleção de materiais, planejamento, construção, manutenção e até mesmo atividades posteriores à vida útil da edificação, como a sua desmontagem, por exemplo.

Particularmente em relação ao *Edifícios de Alto Desempenho*, ressalta-se a necessidade de se avaliar o impacto do empreendimento no meio ambiente. Neste sentido, despontam as técnicas de *avaliação ambiental de edifícios*, tais como o *Green Building Tool*, desenvolvido pelo CIB - *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (COLE & LARSSON, 1999; COLE & MITCHELL, 1999).

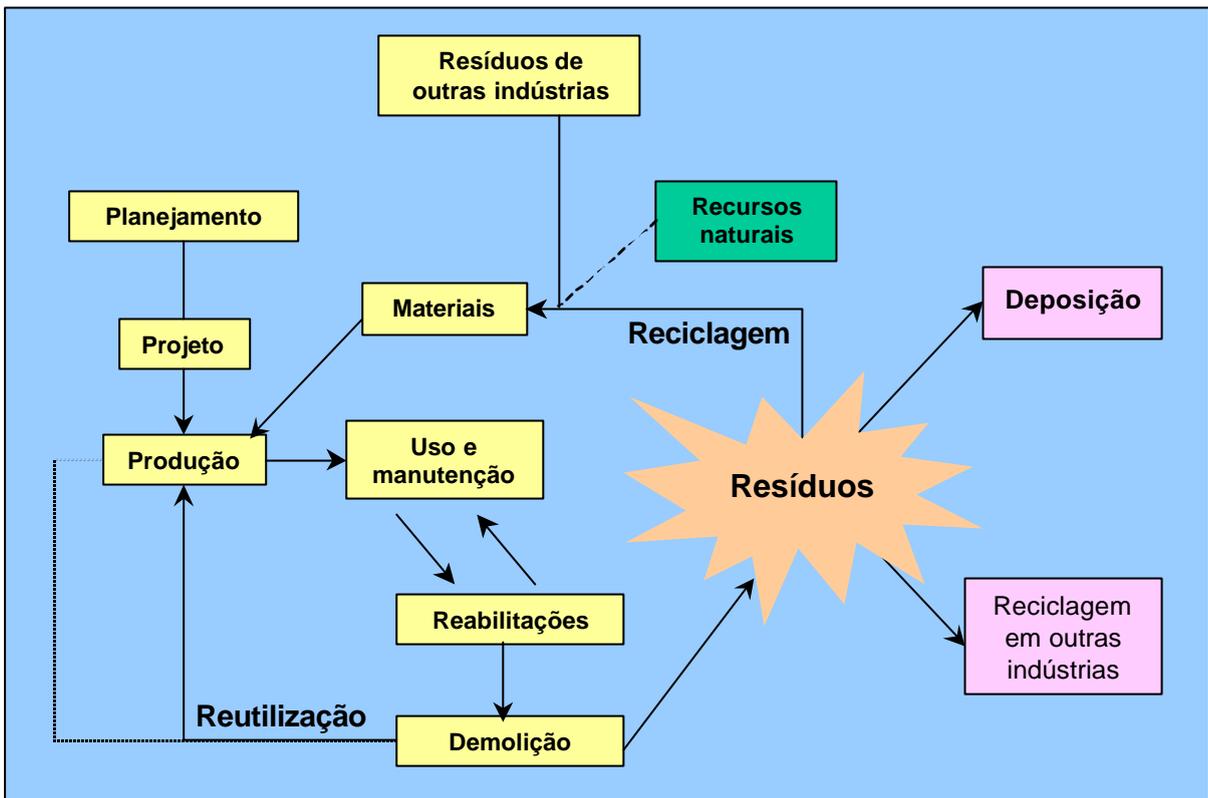


Figura 3.8 - Ciclo fechado de produção do edifício (JOHN, 2000).

Desta forma, o projeto representa a fase do ciclo de produção que possui, não só a capacidade, mas também a função de viabilizar o desempenho satisfatório e pleno do empreendimento. Para tanto é fundamental entender *como* se dá a influência do processo de projeto sobre as principais fases do ciclo de vida da edificação.

#### 3.4.1.1 A interface projeto-obra

A desconsideração da interface projeto-obra como fator preponderante para o sucesso das etapas de execução resulta em grandes problemas de ordem operacional, conduzindo a perdas de produtividade, elevação dos custos de produção e queda dos índices de qualidade do empreendimento (NASCIMENTO et al., 1995).

Isto ocorre porque as decisões tomadas nas etapas de projeto influenciam diretamente as etapas de execução, sendo determinantes sobre a forma de transporte e armazenagem de materiais, nível de especialização da mão-de-obra, repetição e continuidade das atividades de produção ao longo do período de execução, entre outros fatores (SOUZA et al., 1995).

Neste sentido, o projeto constitui uma eficiente ferramenta para prever, detectar e corrigir erros de planejamento (FRANCO & AGOPYAN, 1993). Contudo, de nada vale definir métodos de controle e verificação de parâmetros de qualidade e produtividade se não houver

uma interface projeto-obra eficiente, capaz de traduzir para a equipe de execução as expectativas dos projetistas em relação à qualidade e desempenho do empreendimento.

Assim, observa-se que o projeto torna-se uma ferramenta eficaz para a interface projeto-obra, somente na medida em que apresente um bom nível de detalhamento, clareza e objetividade, ou seja, quando há a preocupação de *projetar para produzir*.

Para tanto os projetos devem apresentar as informações de forma clara e objetiva, através de uma linguagem sintética e acessível às pessoas que efetivamente irão utilizá-los nas frentes de trabalho, ou seja, os mestres, encarregados e operários em geral. Deve-se evitar os detalhamentos exaustivos e exagerados, que tornam complexa sua interpretação. Recomenda-se, ainda, a utilização de símbolos, desenhos e especificações sintéticas, em tamanhos adequados (em papel A4 e A3, por exemplo) e de fácil manuseio (SOUZA et al., 1995).

### 3.4.1.2 A fase de execução

A fase de execução é o momento em que o empreendimento é concretizado, partindo do planejamento, das especificações e projetos desenvolvidos na fase de projeto. Assim, a qualidade e conformidade das atividades de projeto têm influência direta sobre a ocorrência ou não de falhas na fase de execução e, em última análise, sobre o desempenho da edificação.

Relacionando-se as falhas detectadas num empreendimento, desde as suas primeiras idades até o final de sua vida útil, com os custos de produção, observa-se que os problemas provenientes da fase de projeto representam uma importante parcela dos custos com falhas, gerados nas fases de construção e manutenção, conforme pode ser observado no Quadro 3.9.

Quadro 3.9 - A origem das falhas nas edificações (adaptado JOSEPHSON & HAMMARLUND, 1999).<sup>12</sup>

ORIGEM DAS FALHAS	FALHAS DETECTADAS DURANTE A FASE DE CONSTRUÇÃO*	FALHAS DETECTADAS DURANTE A FASE DE MANUTENÇÃO*
Cliente <sup>13</sup>	3 a 15%	0%
Projeto	15 a 30%	40 a 55%
Construção	35 a 55%	20 a 45%
Material	5 a 20%	5 a 15%
Manutenção	0%	5 a 10%
Outras	0 a 15%	0 a 10%

\* Valores expressos em percentuais do custo total dos defeitos gerados no empreendimento.

<sup>12</sup> O autor não informou a metodologia utilizada para separar as falhas em fases distintas do empreendimento.

<sup>13</sup> Embora o autor não esclareça, acredita-se que os *clientes* mencionados nesta tabela sejam os *clientes do projeto*, ou seja, os profissionais que utilizam o projeto nas etapas de produção do empreendimento, gerando falhas provenientes de erros de interpretação, adaptações indevidas, entre outras formas.

Em geral, a incidência dessas falhas é fruto de projetos mal detalhados e incompatíveis entre si. Além disso, as falhas de planejamento, as deficiências nas especificações, a falta de mão-de-obra especializada e a pressão pela redução dos custos e prazos geram uma série de improvisos e *malabarismos* na tentativa de produzir edifícios de boa qualidade (LICHTENSTEIN, 1985; THOMAZ, 1989).

Mas, cabe ressaltar que, por mais complexo que seja um edifício, seu projeto, em geral, não custa mais do que 10% do valor total do empreendimento (TAN & LU, 1995). Por outro lado, obras que são iniciadas sem um projeto detalhado acabam por custar até 50% a mais do que o orçamento inicialmente previsto (MAFFEI, 2000).

### 3.4.1.3 Uso, operação e manutenção

O impacto do projeto sobre o desempenho do empreendimento pode ser observado na fase de manutenção e uso, principalmente, nos aspectos relacionados à durabilidade e custos. Algumas decisões tomadas nas etapas de projeto determinarão, por exemplo, a frequência de intervenções para recuperação e limpeza, bem como influenciarão as despesas com água, energia e recursos humanos necessárias à operação de máquinas, equipamentos e sistemas.

Os custos com a fase projetos giram, em média, em torno de 3 a 10% do custo total do empreendimento (TAN & LU, 1995). Já os custos anuais com operação e manutenção<sup>14</sup> das edificações giram em torno de 1% a 2% de seu custo inicial (NBR 5674, 1999). Assim, a manutenção visa, sobretudo, preservar ou recuperar as condições adequadas ao uso previstas para a edificação, devendo incluir procedimentos para prevenir e/ou corrigir a redução do desempenho decorrente da deterioração dos componentes da edificação ou de atualizações das necessidades dos usuários (NBR 5674, 1999).

Portanto, ao projetar-se um empreendimento, além da importância dada à estética, à segurança, à higiene, à funcionalidade e ao custo inicial da obra, é preciso ter em mente que *projetar é também levar em conta aspectos como custos de manutenção e durabilidade da edificação* (THOMAZ, 1989). Visando otimizar os custos com operação e manutenção, o projeto deve incluir estratégias que inibam a deterioração prematura do empreendimento.

Ressalta-se, ainda, a necessidade de ações preventivas, no sentido de garantir a durabilidade da edificação, prolongando ao máximo a vida útil de seus componentes e sistemas,

---

<sup>14</sup> Entende-se por *manutenção* o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes, de forma a atender ao desempenho mínimo de projeto, bem como às necessidades de seus usuários (NBR 5674, 1999).

contribuindo para o atendimento a responsabilidades ambientais do empreendimento. Neste sentido, é função do projeto prever formas de manutenção eficazes e viáveis para os propósitos do *Edifício de Alto Desempenho* (HPB, 1999).

Além disso, muitas patologias observadas nas edificações brasileiras são decorrentes do mau uso do imóvel pelo próprio usuário que, na falta de informações, não se preocupa ou, muitas vezes, não consegue promover intervenções eficazes para a conservação do imóvel.

Assim, projetos bem elaborados e suficientemente detalhados, juntamente com especificações e recomendações complementares sobre o uso e manutenção dos componentes e subsistemas da edificação, servem de base para a elaboração dos *manuals de utilização*, subsidiando as ações do usuário durante a vida útil do empreendimento (FRANCO & AGOPYAN, 1993).

#### 3.4.1.4 As fases posteriores à vida útil

Uma análise criteriosa sobre os edifícios e a indústria da construção revela que os impactos causados pela inserção de um empreendimento em uma região têm início ainda na fase de extração dos recursos utilizados na fabricação de materiais e componentes de construção. Mas, as interferências não param por aí, estendendo-se até as etapas de demolição com a destinação do *entulho de demolição*.

A falta de locais para deposição de materiais provenientes de demolição e entulhos gerados em obras já tornou-se um problema em várias cidades brasileiras. Além disso, a indústria da construção é um dos setores produtivos que mais consomem os recursos não-renováveis do planeta (CIB, 2000). Neste contexto, o projeto pode viabilizar a adoção de medidas que minimizem o impacto do empreendimento (e da própria indústria da construção) sobre o meio ambiente, conforme indicado no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 - Algumas medidas de projeto para a redução do impacto ambiental causado pela indústria da construção (a partir de CIB, 2000; SECOVI, 2000; ADAM, 2001).

- optar por sistemas construtivos racionalizados que reduzam a geração de entulho nas etapas de execução;
- especificar materiais, componentes e sistemas produzidos a partir de materiais renováveis e/ou recicláveis;
- projetar edificações com vida útil maior, com a utilização de materiais mais resistentes;
- especificar o uso de materiais extraídos na região da construção, de forma a otimizar as operações de transporte, contribuindo para a redução do consumo de combustíveis e do desperdício;
- projetar sistemas com enfoque *modular*, com facilidades para desmontagem e *reutilização*;
- definir padrões de qualidade para materiais alternativos, provenientes de processos como reciclagem e/ou reutilização;
- reduzir a utilização de máquinas e equipamentos de construção, bem como de materiais e componentes, cujo processo de beneficiamento e/ou fabricação seja poluente ou consuma combustíveis fósseis, optando pelo uso de *tecnologias limpas*;
- utilizar equipamentos e sistemas que favoreçam a racionalização dos consumos de água e energia.

### 3.5 Considerações finais

O projeto é a fase que mais influencia o desempenho de um empreendimento, por ser o momento em que são definidas as características da edificação e sua forma de execução, que são fundamentais para o atendimento das necessidades dos usuários e dos objetivos do empreendimento, bem como para a garantia da qualidade e produtividade, e outros aspectos de caráter estratégico para o processo produtivo como um todo.

Por outro lado, definir as características adequadas para o atendimento das necessidades do usuário é uma tarefa complexa, dada a subjetividade que permeia a identificação das necessidades de um ser humano. O projetista deve levar em consideração que cada tipo de usuário, assim como os agentes intervenientes de todo o processo de produção, possuem suas próprias necessidades e expectativas em relação ao empreendimento. É importante, ainda, estar atento às constantes mudanças ocorridas na sociedade, observando os seus reflexos sobre os anseios do usuário.

Portanto, salienta-se que *projetar* constitui-se em uma atividade criativa e dinâmica, que pode ser desenvolvida de várias maneiras diferentes, podendo variar de acordo com o tipo e objetivos do empreendimento, com as características do usuário, ou mesmo com a organização da equipe de projeto. Contudo, deve-se ter em mente que o processo de projeto é parte de um processo maior e, neste sentido, deve ser desenvolvido com o objetivo de garantir o desempenho das fases subsequentes e, em última análise, o sucesso do empreendimento. Para tanto, é fundamental que haja integração entre as atividades de projeto, assim como entre o processo de projeto e as demais fases do empreendimento.

Salienta-se, finalmente, que o processo de projeto torna-se mais crítico e passível de falhas à medida que aumentam a complexidade e o porte do empreendimento. Isto ocorre devido à multiplicação das interfaces, que são zonas de fraqueza entre os processos e entre processos e etapas. Por esta razão, no caso dos *Edifícios de Alto Desempenho*, que, tipicamente, possuem um maior número de sistemas, e, portanto, de projetos, pessoas e etapas, é de se esperar que o processo de projeto seja ainda mais crítico do que num empreendimento convencional.

Além disso, esse tipo de edificação pressupõe a inserção (e constante avaliação) de *objetivos do empreendimento*, bem como de *requisitos de desempenho ambiental* no projeto, tornando-o ainda mais importante para o sucesso do empreendimento.

Com o objetivo principal de observar e analisar a influência do processo de projeto sobre o desempenho dos *Edifícios de Alto Desempenho*, foram desenvolvidos estudos de caso envolvendo empreendimentos nas fases de projeto e utilização.

No capítulo 4, apresenta-se a metodologia utilizada nestes estudos de caso. Os resultados obtidos são apresentados no capítulo 5 e forneceram informações importantes para a proposição de recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*.

### 4.1 Introdução

O projeto é o grande responsável pelo sucesso de qualquer empreendimento. Mas, à medida que aumenta a complexidade da edificação, aumenta também a influência do projeto sobre seu desempenho. Em edifícios que devem apresentar características como flexibilidade, possibilidades para expansões e adaptações constantes, implementação de inovações tecnológicas, os projetos devem ser especialmente flexíveis e versáteis, capazes de absorver mudanças e adaptações de toda ordem, sem, contudo, resultar em grandes impactos para o usuário e/ou comprometer o desempenho da edificação. Ademais, o projeto representa a única forma para inserção de requisitos e critérios que possam definir o nível de desempenho do empreendimento de forma adequada a seus objetivos.

Portanto, a proposição de recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*, objetivo principal desta dissertação, pressupõe a identificação de meios para a implementação de ações específicas, voltadas para a garantia de desempenho deste tipo de empreendimento.

Porém, conforme discutido no capítulo 2, o conceito de *Edifício de Alto Desempenho*<sup>1</sup> ainda não está consolidado no Brasil e, apesar das tendências mundiais, ainda não existem modelos deste tipo empreendimento no país. De modo geral, o conceito adotado para a *evolução* das edificações brasileiras consiste em adaptações do *Edifício Inteligente*, modelo norte-americano que chegou ao país há mais de 20 anos.

Desta forma, embora o modelo de *Edifício Inteligente* adotado no Brasil seja diferente do conceito de *Edifício de Alto Desempenho* adotado para o desenvolvimento desta dissertação, ressalta-se que ambos possuem características complexas, requerendo, possivelmente, cuidados similares no desenvolvimento do processo de projeto.

Assim, desenvolveram-se estudos de caso envolvendo quatro *Edifícios Inteligentes* construídos na cidade Vitória/ES<sup>2</sup>. Os estudos incluíram, ainda, a realização de um diagnóstico preliminar que envolveu oito *Edifícios Inteligentes* situados na cidade de São Paulo/SP.

---

<sup>1</sup> A edificação concebida com o propósito de proporcionar conforto, produtividade, economia e segurança ao usuário, de forma integrada com a sociedade, o meio ambiente e a região onde estará inserida, primando pela racionalização na utilização de todo tipo de recursos, sejam estes renováveis ou não, num sistema que envolve todo o ciclo de vida do empreendimento.

<sup>2</sup> A seleção destes empreendimentos é discutida no item 4.3.5.

Neste capítulo são apresentados os aspectos metodológicos destes estudos, os critérios considerados na seleção da amostra pesquisada, os métodos e técnicas utilizados, além de algumas considerações sobre o desenvolvimento da pesquisa. Os resultados obtidos serão apresentados e discutidos no capítulo 5 desta dissertação.

Ressalta-se que estes estudos de caso contribuíram para a identificação e análise dos principais fatores que influenciam o desempenho dos edifícios, suas relações com o processo de projeto e possíveis soluções. Aliado à pesquisa bibliográfica, estas informações subsidiaram a proposição das recomendações de projeto pretendidas, conforme apresentado no capítulo 5.

#### **4.2 Aspectos metodológicos da pesquisa**

Segundo CERVO & BERVIAN (1996), qualquer método de pesquisa possui um determinado número de procedimentos, que podem ser resumidos da seguinte maneira:

- a) formulação de questões ou proposição de problemas e levantamento de hipóteses;
- b) observação e medição;
- c) registro cuidadoso dos dados observados a fim de responder às perguntas formuladas ou comprovar as hipóteses levantadas;
- d) elaboração de explicações ou revisão de conclusões, idéias e opiniões que estejam em desacordo com as observações ou respostas obtidas;
- e) generalização das conclusões obtidas a todos os casos que envolvem condições similares, podendo-se pressupor que, dadas certas condições, é de se esperar que surjam relações similares às observadas na pesquisa.

Esses autores ressaltam que existem, basicamente, três tipos de pesquisa: a **pesquisa bibliográfica**, a **pesquisa descritiva** e a **pesquisa experimental**, devendo o pesquisador adaptar o método às condições impostas pelo objeto em estudo e lançar mão de técnicas especializadas para o melhor desenvolvimento de seu trabalho.

A partir de CERVO & BERVIAN (1996) e GIL (1991) observa-se que os conceitos sobre estes três tipos de pesquisa são complementares. A **pesquisa bibliográfica** fundamenta-se em analisar e explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos diversos; a **pesquisa descritiva** observa e analisa fatos, fenômenos ou variáveis sem manipulá-los, procurando definir a frequência com que ocorrem, bem como sua natureza, características e relações com outros fenômenos, variáveis e fatos; já a **pesquisa**

**experimental** caracteriza-se por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto em estudo.

Observa-se, portanto, a possibilidade de utilizar-se um tipo de pesquisa como suporte, complemento ou ponto de partida para outro. Ou seja, a pesquisa bibliográfica, por exemplo, pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental, buscando, neste caso, coletar informações sobre de um problema para o qual se procura respostas, ou acerca de uma hipótese que se quer experimentar.

Desta forma, o método de pesquisa mais adequado para o desenvolvimento deste trabalho é a **pesquisa descritiva**, auxiliada pela **pesquisa bibliográfica**, que será de fundamental importância na definição da amostra a ser estudada (os edifícios), bem como de informações não sistematizadas e/ou consolidadas.

A pesquisa descritiva, por sua vez, pode assumir diversas formas, entre as quais se destacam as pesquisas de opinião, pesquisa de motivação e pesquisa documental, além dos estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos de caso (CERVO & BERVIAN, 1996).

Para a escolha adequada do método de pesquisa a ser empregado neste trabalho foram, ainda, considerados os seguintes aspectos:

- a) o estabelecimento de recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho* pressupõe a *análise do processo de projeto* deste tipo de empreendimento, viabilizando a análise do tratamento aos aspectos relacionados ao *desempenho* nas etapas de projeto;
- b) possivelmente, não estão disponíveis registros contendo informações relativas ao objeto em estudo, ou seja, o processo de projeto dos *Edifícios de Alto Desempenho* já construídos no Brasil. No entanto, estas informações podem ser obtidas a partir de *investigações realizadas junto a agentes envolvidos no processo de projeto* de tais edifícios. Esses dados podem ser complementados por informações levantadas em pesquisa bibliográfica;
- c) o processo de projeto de alguns dos edifícios disponíveis para estudo encontra-se ainda em desenvolvimento, o que favorece a *verificação da veracidade das informações* a serem obtidas.

Segundo YIN (1994), o método mais adequado para resolução de problemas com estas características são os **estudos de caso**, muito utilizados quando o pesquisador pretende conhecer e analisar fenômenos individuais, organizacionais, sociais ou políticos e sobretudo quando:

- a) as questões em estudo são do tipo *como e porque*;
- b) o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre os eventos;
- c) o foco da pesquisa é *contemporâneo*;
- d) as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente evidentes.

Estes quatro aspectos fundamentais podem ser observados nesta dissertação, uma vez que:

- a) pretende-se observar *como e porque* o processo de projeto interfere no desempenho dos edifícios pesquisados;
- b) a pesquisadora é apenas um observador, não influenciando o objeto em estudo, ou seja, não interferindo no processo de projeto, nem em suas variáveis ou no desempenho dos edifícios construídos a partir de tal processo;
- c) alguns fenômenos em estudo são contemporâneos, uma vez que os projetos dos edifícios em fase de uso desenvolveram-se em uma mesma época, ou seja, num mesmo período de tempo. Além disso, alguns fenômenos são dinâmicos, pois há edifícios cujo processo de projeto ainda não foi concluído e, nos edifícios em fase de uso, o desempenho da edificação é influenciado pelo tempo, e
- d) não estão claramente definidas as fronteiras entre o fenômeno *processo de projeto* e seu contexto, na medida em que *ambos se influenciam mutuamente*. Algumas variáveis em estudo dependem de conceitos que ainda não estão claramente consolidados entre os agentes intervenientes do processo de projeto, sendo necessária a busca de informações complementares sobre tais conceitos em material já publicado sobre o tema.

Portanto, dos tipos de pesquisa apresentados, a **pesquisa descritiva sob a forma de estudos de caso** revela-se como o método mais adequado à proposta deste trabalho.

A partir desta definição, elaborou-se um planejamento onde foram definidas as principais etapas da pesquisa e as fontes de evidências que seriam utilizadas para obtenção das informações necessárias, conforme descrito no item 4.3.

### **4.3 Planejamento dos estudos de caso**

O planejamento de estudos de caso deve ser realizado a partir de seus objetivos. É preciso ter em mente *onde* se pretende chegar e que *tipo de resultados* se pretende obter. Para tanto o pesquisador deve, primeiramente, identificar o ponto de partida de seus estudos, analisando cuidadosamente as informações disponíveis (GIL, 1991).

De acordo com YIN (1994) é necessário conhecer ainda as cinco principais componentes relevantes da pesquisa, que constituem a base para o planejamento dos estudos de caso:

- a) *as questões em estudo* que, neste caso, foram basicamente:
  - i) *como* foram desenvolvidos os processos de projeto dos edifícios pesquisados?
  - ii) quais os impactos do processo de projeto no desempenho destes edifícios?
- b) *as proposições para o direcionamento adequado da pesquisa*, que, nestes estudos, foram:
  - i) a introdução do conceito de *desempenho* no processo de projeto dos edifícios comerciais impõe mudanças, não só nas etapas de projeto deste tipo de empreendimento, mas também nas suas fases de construção, uso/operação, manutenção, demolição e/ou desmontagem;
  - ii) as mudanças introduzidas no processo de projeto pressupõem maiores prazos e número de atividades e de profissionais envolvidos nas etapas de projeto, bem como nas fases subsequentes do empreendimento, sobretudo na construção, uso/operação e manutenção. No entanto, o processo de projeto tradicionalmente adotado na produção de edifícios comerciais não favorece a absorção e aplicação de novos conceitos, o que resulta em projetos deficientes e, conseqüentemente, em edifícios com desempenho pouco satisfatório;
  - iii) o processo de projeto tradicionalmente adotado na produção de edifícios comerciais não leva em conta os requisitos necessários para garantir o desempenho adequado deste tipo de edificação. Da mesma forma, o projeto não contempla as necessidades e expectativas dos usuários e demais *agentes intervenientes*;
  - iv) a escassez de dados sobre o *desempenho* das edificações, tais como informações provenientes de avaliações pós-ocupação, por exemplo, dificulta a *retroalimentação* do processo de projeto e, em última análise, contribui para a insatisfação do usuário;
  - v) *as unidades de análise*, aqui representadas por cada edifício pesquisado;
- c) *a conexão lógica entre dados e proposições*, ou seja, os dados devem permitir a comprovação ou identificação das evidências em favor das proposições da pesquisa. Nestes estudos, especificamente, objetivou-se:

- i) identificar as falhas eventualmente ocorridas durante as fases de projeto, execução e uso/operação dos empreendimentos, que estejam influenciando negativamente o desempenho;
  - ii) observar a compatibilidade entre as informações utilizados como *entradas* do processo de projeto e os *objetivos* de cada empreendimento;
- d) *os critérios para interpretação de resultados*. Nestes estudos, buscou-se identificar as relações entre as falhas ocorridas no processo de projeto e o desempenho alcançado pelos edifícios pesquisados, de forma a subsidiar a proposição de recomendações de projeto, que contribuam para o sucesso dos *Edifícios de Alto Desempenho*.

Considerando-se que o *ponto de partida* destes estudos de caso consiste na definição da amostra a ser pesquisada, ou seja, na seleção dos edifícios a serem pesquisados, realizou-se uma pesquisa bibliográfica a fim de identificar os critérios mais adequados para a seleção da amostra.

Por outro lado, como o *objetivo principal a ser atingido* nesta dissertação é o estabelecimento de recomendações de projeto para edifícios comerciais com vistas à melhoria de desempenho, observou-se a necessidade de reconstituir o processo de projeto, bem como avaliar, qualitativamente, o desempenho dos edifícios selecionados.

Este procedimento possibilitaria a identificação das relações de causa e efeito entre o desempenho dos edifícios pesquisados e as falhas ocorridas durante o processo de projeto de tais empreendimentos, o que, em última análise, viabilizaria o estabelecimento das recomendações pretendidas.

Assim, como forma de definir e avaliar os métodos e técnicas a serem utilizadas na obtenção destas informações, realizou-se *diagnóstico preliminar* envolvendo oito edifícios, cuja análise forneceu subsídios para adaptar os questionários, roteiros de entrevistas, fichas de avaliação e fichas técnicas, entre outros instrumentos utilizados posteriormente nos estudos de caso propriamente ditos.

O diagnóstico preliminar também possibilitou a obtenção de *informações* que subsidiaram a proposição das recomendações de projeto, conforme discutido no item 4.3.2.

Na Figura 4.1, observa-se um esquema que ilustra as principais etapas do desenvolvimento desta pesquisa.

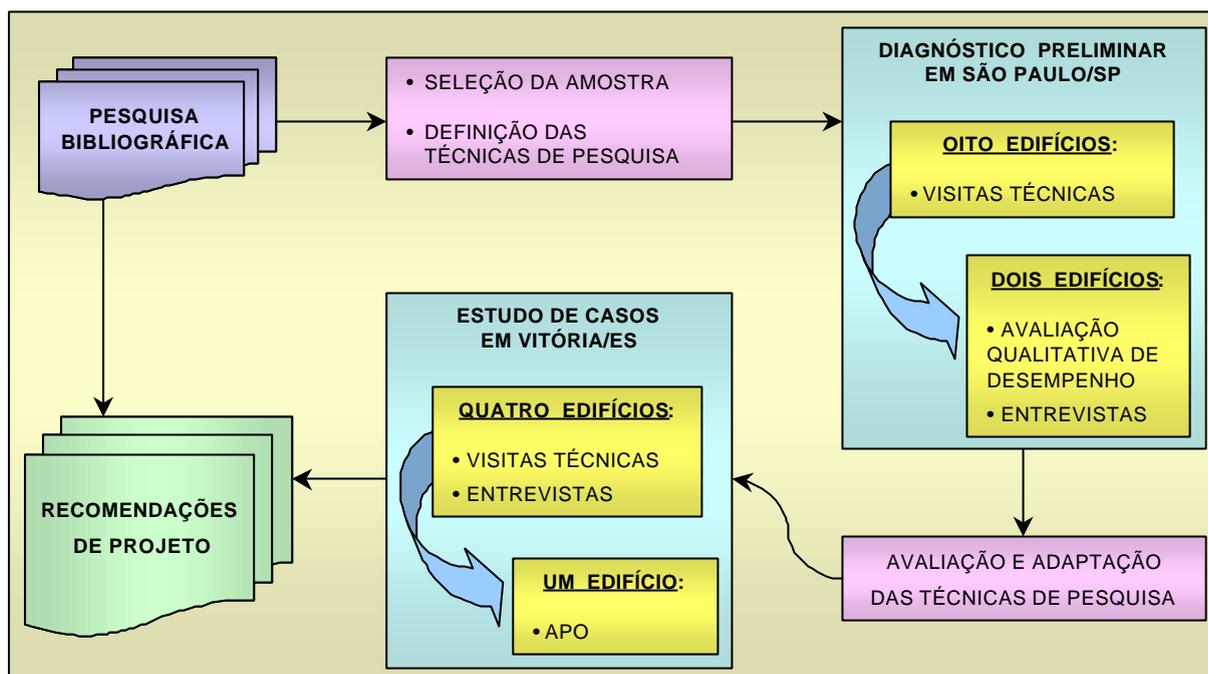


Figura 4.1 - Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.

#### 4.3.1 Pesquisa bibliográfica

Além da revisão de literatura apresentada nos capítulos 2 e 3 desta dissertação, também foram realizados levantamentos em revistas técnicas, jornais e periódicos, bem como buscas em páginas e *sites* na Internet e nos jornais de maior circulação no estado do Espírito Santo.

Outros documentos, tais como prospectos de venda de imóveis, boletins, informativos, revistas e outros documentos de circulação restrita à cidade de Vitória/ES também foram examinados. Além disso, foram feitas visitas a *stands* de venda de imóveis e a eventos do setor imobiliário.

Desta forma, a pesquisa bibliográfica subsidiou a definição dos critérios adotados na seleção dos edifícios a serem pesquisados, entre os quais ressaltam-se:

- em 1998, o *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* publicou um mapeamento<sup>3</sup> com localização dos *Edifícios Inteligentes*<sup>4</sup> existentes na América Latina. De um total de onze empreendimentos comerciais apresentados, dez situavam-se no Brasil, sendo que sete deles localizavam-se na região metropolitana de São Paulo/SP;
- através de buscas às principais revistas técnicas brasileiras, pôde-se identificar a existência de outros *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil até o ano de 2001. Destacou-se o

<sup>3</sup> Conforme apresentado no capítulo 2 desta dissertação.

<sup>4</sup> Este foi o termo utilizado pelo *Council on Tall Buildings and Urban Habitat*.

fato da maior parte destes empreendimentos serem destinados ao uso comercial e estarem localizados, principalmente, na cidade de São Paulo/SP;

- a maior parte dos *Edifícios Inteligentes*<sup>5</sup> lançados no mercado da cidade de Vitória/ES até junho/2001, quando a pesquisa bibliográfica foi realizada, são destinados ao funcionamento de salas comerciais e hotéis;

### 4.3.2 Diagnóstico preliminar

A partir da pesquisa bibliográfica, observou-se que, atualmente, São Paulo/SP é a cidade que possui o maior número de *Edifícios Inteligentes* construídos no Brasil. Este fato sugere que o conhecimento adquirido pelos projetistas daquela cidade poderia contribuir para o estabelecimento das recomendações de projeto pretendidas nesta dissertação.

Desta forma, decidiu-se pela realização de um diagnóstico preliminar envolvendo edifícios em fase de uso/operação, situados na cidade de São Paulo. Esta opção justificou-se, ainda, pelas condições operacionais favoráveis para a realização de estudos naquela cidade, uma vez que a busca por material bibliográfico para o desenvolvimento desta dissertação incluiu pesquisas em bibliotecas paulistanas, entre outras cidades.

#### 4.3.2.1 Visitas Técnicas

O diagnóstico preliminar foi realizado a partir de *visitas técnicas* a oito empreendimentos localizados na região metropolitana de São Paulo/SP e envolveu edifícios em fase de uso/operação e de construção, além de construtoras e projetistas.

Nestas visitas, foram identificados alguns dos principais fatores que influenciam o desempenho deste tipo de empreendimento, naquela cidade. Estas informações foram fundamentais na preparação dos roteiros para entrevistas, questionários e fichas técnicas utilizados nestes estudos de caso, além de subsidiarem a proposição das recomendações de projeto.

#### 4.3.2.2 Avaliação qualitativa de desempenho

O diagnóstico preliminar incluiu ainda, uma avaliação qualitativa de desempenho, cujos objetivos foram: i) *observar a adequação dos questionários e fichas* elaborados para a coleta de dados nos estudos de caso e ii) identificar os tipos de problemas mais comuns nos edifícios visitados.

---

<sup>5</sup> No Espírito Santo, assim como nas demais cidades brasileiras, este é termo mais utilizado no mercado imobiliário para definir este tipo de empreendimento.

Entre os oito empreendimentos visitados durante o diagnóstico preliminar constatou-se que haviam dois edifícios construídos por uma mesma construtora. A partir da pesquisa bibliográfica, observou-se que esta empresa havia sido responsável pela construção de cerca de 40 empreendimentos comerciais na região metropolitana de São Paulo/SP, muitos destes considerados pelo mercado imobiliário daquela cidade como *Edifícios Inteligentes*.

Este fato sugeria que esta construtora acumulava um considerável conhecimento no processo de projeto deste tipo de empreendimento, o que levou à escolha destes dois edifícios para a realização de avaliação de desempenho. Desta forma, os edifícios avaliados quanto ao desempenho no diagnóstico preliminar foram:

- Edifício Birman 11&12; e
- Edifício Birman 21.

Com o objetivo de preservar as informações gentilmente fornecidas pelas empresas e profissionais que colaboraram para a realização desta pesquisa, durante a apresentação dos resultados obtidos, os edifícios avaliados neste diagnóstico preliminar foram identificados aleatoriamente por algarismos romanos (I e II). Esta identificação não possui qualquer relação com os verdadeiros nomes dos empreendimentos ou com a ordem em que foram anteriormente apresentados.

Por fim, ressalta-se que, além da avaliação das técnicas a serem utilizadas para coleta de dados nos estudos de caso, o diagnóstico preliminar forneceu informações importantes sobre o processo de projeto adotado na produção de edifícios na cidade de São Paulo/SP. Dada a observação de que tal processo encontra-se em estágio evolutivo mais avançado do que aquele tipicamente observado em edifícios de Vitória/ES, estas informações trazem sugestões importantes para as recomendações de projeto a serem propostas, pois refletem experiências bem-sucedidas de profissionais experientes.

#### **4.3.2.3 Entrevistas**

Foram realizadas entrevistas com os projetistas, construtores e administradores de condomínio dos Edifícios I e II, o que forneceu informações importantes acerca do processo de projeto desses empreendimentos, bem como possibilitou a avaliação das técnicas selecionadas para coleta dos dados.

### 4.3.3 Critérios para seleção da amostra a ser pesquisada em Vitória/ES

Os critérios utilizados para seleção dos edifícios, bem como das empresas e profissionais participantes dos estudos em Vitória/ES, foram estabelecidos a partir dos aspectos observados na pesquisa bibliográfica e complementados após a realização do diagnóstico preliminar. No Quadro 4.1 indica-se uma síntese destes critérios considerados.

Quadro 4.1 - Critérios utilizados na seleção da amostra a ser pesquisada em Vitória/ES.

OBSERVAÇÕES DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E DO DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	CRITÉRIOS CONSIDERADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a maioria dos <i>Edifícios Inteligentes</i> existentes no Brasil são destinados ao uso comercial;</li> <li>▪ na cidade de Vitória/ES, a maioria dos <i>Edifícios Inteligentes</i> são destinados ao uso como salas comerciais ou hotéis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ edifícios comerciais destinados ao uso como hotéis ou edifícios de escritórios;</li> <li>▪ edifícios lançados no mercado imobiliário a partir de publicidade que indicasse se tratar de <i>Edifício de Inteligente</i> ou <i>Edifício de Alta Tecnologia</i> ou outra denominação similar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ as construtoras conduzem o processo de projeto dos empreendimentos que constróem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ edifícios construídos, sempre que possível, por uma mesma construtora, favorecendo a observação de possíveis mudanças no processo de projeto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausência de registros (dados e informações documentadas) sobre o processo de projeto dos edifícios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ empreendimentos cujos profissionais envolvidos estivessem acessíveis, possibilitando o confronto das informações obtidas, através de entrevista.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausência de dados sobre o desempenho dos edifícios em fase de uso/operação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ incluir, pelo menos, um edifício em fase de uso, possibilitando a realização de pesquisa para obtenção de dados sobre desempenho.</li> </ul>

Considerando que o foco deste trabalho está no processo de projeto dos *edifícios comerciais* seria possível incluir na amostra empreendimentos como hospitais, *shopping centers*, hotéis, edifícios de salas comerciais, lojas, entre tantas outras construções com as mais diversas finalidades comerciais.

No entanto, observou-se que a gama de tecnologias construtivas empregadas na produção de empreendimentos com finalidades distintas, bem como os diferentes perfis de seus usuários e clientes, entre outros aspectos, dificultaria as comparações entre as informações a serem obtidas. Assim, como forma de delimitar a abrangência dos estudos e favorecer a homogeneidade da amostra, optou-se pela escolha de *edifícios de salas comerciais* e *hotéis*.

Esta escolha justificou-se ainda, pelo fato destes dois segmentos da indústria da construção encontrarem-se em franca expansão no mercado imobiliário capixaba no momento da realização desta pesquisa, facilitando o acesso às informações.

Outro aspecto importante observado no diagnóstico preliminar, que influenciou a definição dos critérios para seleção da amostra, foi o fato de que as construtoras são as *condutoras do*

*processo de projeto*. Salvo raras exceções, as construtoras não desenvolvem projetos, mas assumem seu gerenciamento. Desta forma, contratam e determinam o nível de envolvimento de cada profissional (principalmente, projetistas, consultores e fornecedores) nas etapas de projeto e/ou de construção do empreendimento.

Em geral, também são as construtoras que determinam o tipo de tecnologia a ser incorporada em cada projeto, definindo, inclusive, a forma e o momento de inserção das inovações tecnológicas. Além disso, as construtoras gerenciam as obras e, mesmo que muitas vezes de modo informal, são elas que tratam os problemas de interface entre o projeto e a execução.

Até as reclamações sobre problemas percebidos na fase de uso/operação, em geral, são feitas diretamente às construtoras, mesmo que esta não possua um canal de comunicação formalmente aberto com o usuário. As administradoras de condomínio limitam-se à prestação de serviços de segurança, limpeza e pequenos reparos nas instalações prediais. Na ausência de dados sobre o desempenho das edificações, estas reclamações podem representar as únicas fontes de informações sobre o desempenho dos empreendimentos.

Por estas razões, entendeu-se que, para observar e analisar possíveis modificações ocorridas no processo de projeto dos edifícios a serem pesquisados, a pesquisa deveria focar, sempre que possível, as construtoras, de forma a favorecer a obtenção do maior número possível de informações sobre o processo de projeto.

#### **4.3.4 As técnicas utilizadas para coleta de dados**

Conforme exposto anteriormente, as técnicas utilizadas para a coleta de informações e dados nestes estudos de caso foram avaliadas durante o diagnóstico preliminar. Para coletar informações sobre o processo de projeto, foram realizadas *entrevistas semi-estruturadas* e, para obtenção de dados sobre o desempenho dos edifícios em fase de uso/operação, optou-se pela técnica da *Avaliação Pós-Ocupação*. Estas técnicas são apresentadas e discutidas, respectivamente, nos itens 4.3.4.1 e 4.3.4.2.

##### **4.3.4.1 Entrevistas**

Para levantamento das informações relacionadas aos processos de projeto foram realizadas *entrevistas semi-estruturadas*<sup>6</sup> envolvendo representantes das empresas construtoras, projetistas e fornecedores de cada empreendimento. Ressalta-se que este tipo de entrevista permite organizar as informações obtidas de forma sistematizada.

---

<sup>6</sup> Tipo de entrevista em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido (GIL, 1991).

No caso dos edifícios em fase de uso/operação, os funcionários do condomínio e os responsáveis pela administração predial também foram entrevistados.

Estas entrevistas foram realizadas com o auxílio de roteiros diferenciados, especialmente elaborados para cada tipo de entrevistado, da seguintes forma:

- a) construtores - ROTEIRO 01 (ANEXO 4.1);
- b) projetistas - ROTEIRO 02 (ANEXO 4.2);
- c) funcionários do condomínio e responsáveis pela administração predial - ROTEIRO 03 (ANEXO 4.3);

#### 4.3.4.2 Avaliação pós-ocupação - APO

Para coletar informações sobre o desempenho dos empreendimentos em fase de uso/operação, optou-se pela *avaliação pós-ocupação*, um conjunto de técnicas utilizadas para avaliar, sistematicamente, o ambiente construído, levando em conta o ponto de vista dos agentes do processo de construção e uso/operação e, principalmente, a opinião do usuário (ORNSTEIN, 1992 e MEDVEDOVSKI, 1994). Na Figura 4.2 ilustra-se este conceito.

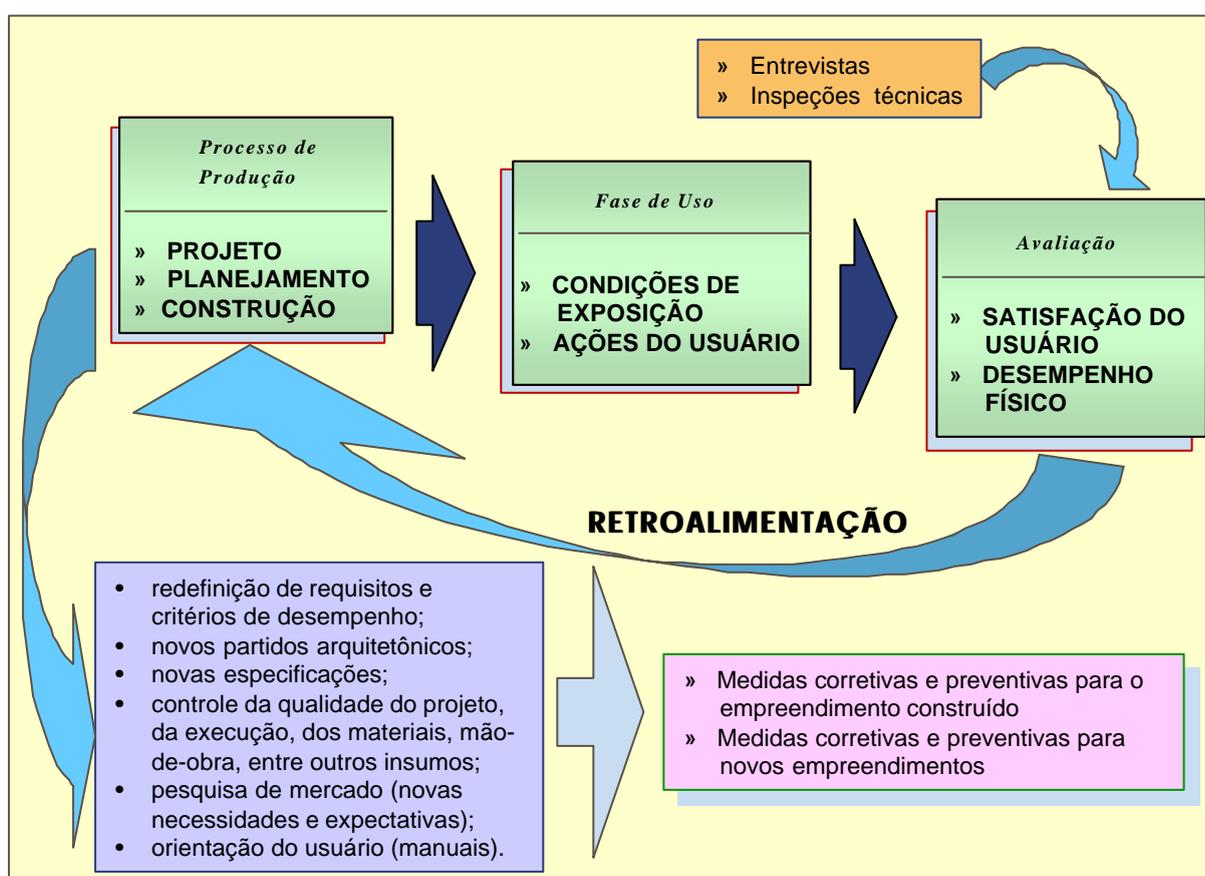


Figura 4.2 - Avaliação Pós-Ocupação (adaptada de SOUZA et al., 1995).

Para PREISER et al. (1988) uma APO pode ser realizada em três níveis distintos: o *indicativo*, onde o objetivo está em obter indicações sobre aspectos positivos e negativos do desempenho da edificação; o *investigativo*, onde podem ser obtidas informações detalhadas sobre os problemas observados e; o *diagnóstico*, cujo objetivo está em construir um guia de recomendações sobre cada problema específico, considerando várias opções para sua resolução e até mesmo o *estado da arte* sobre cada material ou solução proposta.

Além de outros autores, FARSBSTEIN (1988) e ORNSTEIN (1992) sugerem outras classificações sobre os níveis da APO. Contudo, embora não exista um consenso sobre estas classificações, os especialistas da área concordam que os níveis de aplicação da avaliação pós-ocupação devem ser definidos a partir dos objetivos e do tipo de resultados pretendidos.

A APO pode ser utilizada em estudos de caso para diagnosticar e propor soluções para problemas existentes. Se os estudos estiverem voltados para tópicos já estudados anteriormente, sobre o qual existam conhecimentos teóricos reconhecidos, os resultados podem, eventualmente, ser generalizados para situações análogas àquelas investigadas, ou seja, situações com usuários, facilidades, infra-estrutura e local de implantação similares (REIS et al., 1994).

Assim, independente das nomenclaturas e classificações possíveis, o nível de APO escolhido para esta pesquisa foi direcionado para o objetivo pretendido, ou seja, identificar falhas de desempenho eventualmente existentes no edifício pesquisado de forma que se possa observar, posteriormente, com o auxílio dos conceitos discutidos na revisão de literatura, as relações de tais falhas com o processo do projeto adotado para o empreendimento.

#### **a) Definição dos aspectos a serem avaliados/observados na APO**

A APO deve ser planejada a partir de *fatores* funcionais, técnico-construtivos, financeiros, econômicos, estéticos e comportamentais da edificação (ORNSTEIN, 1992).

A definição dos *requisitos* a serem considerados numa avaliação qualitativa de desempenho deve levar em conta, além de aspectos do próprio ambiente construído, as limitações e peculiaridades de cada edificação e da região onde ela está inserida (SOUZA et al., 1995).

Os *fatores* apontados por ORNSTEIN (1992) e os *requisitos* indicados por SOUZA et al. (1995) podem ser entendidos como as *necessidades e expectativas dos usuários e clientes*<sup>7</sup> do

---

<sup>7</sup> Entende-se por *usuários*, as pessoas que *utilizam* o empreendimento (no caso de um hotel, por exemplo, os hóspedes, os funcionários, os visitantes). Os *clientes* podem ser divididos em *internos*, ou seja, as pessoas envolvidas no processo de produção (projetistas, empreendedores, fornecedores, construtores, operários da

*empreendimento*, introduzidas no projeto através dos *objetivos do empreendimento* e de seus *requisitos de desempenho*, definindo as características que influenciarão o comportamento da edificação durante sua vida útil sob determinadas condições.

Portanto, para a definição dos itens a serem avaliados foram considerados, inicialmente, os *requisitos* estabelecidos pela ISO 6241, de 1984, que estabelece os principais *requisitos de desempenho* para as edificações em geral.

Contudo, devido à constante evolução tecnológica e cultural da sociedade, os requisitos de desempenho vêm sofrendo significativas alterações ao longo do tempo (JOHN, 1995).

Nos últimos anos, as sociedades passaram a ter outras necessidades, destacando-se conceitos relacionados, por exemplo, à sustentabilidade das construções e sua eficiência, não só nas fases uso/operação e manutenção, como também durante a construção (BONIN, 1998).

Observa-se que os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas vêm introduzindo na indústria da construção civil conceitos como construtibilidade, flexibilidade, adaptabilidade, acessibilidade, eficiência.

Desta forma, os instrumentos de coleta de dados utilizados nestes estudos de caso foram elaborados levando-se em conta, não só os requisitos consagrados há mais de 20 anos pela ISO 6241, tais como conforto, segurança, durabilidade e economia, mas também outros aspectos ligados à qualidade, escolha de materiais<sup>8</sup>, além da integração da edificação com o meio ambiente (ver ANEXOS 4.4 e 4.5).

#### **b) Definição das fontes de informação**

Além dos *requisitos* a serem avaliados, outro ponto fundamental a ser definido na APO, refere-se às *fontes de informação*, ou seja, aos agentes do processo de produção (projetistas, fornecedores, construtores) e uso/operação (usuários, administradoras de condomínio, equipes de manutenção). As *fontes de informações* consideradas nesta APO foram:

- a) construtores;
- b) funcionários do condomínio e responsáveis pela administração predial;
- c) projetistas, fornecedores e

---

obra) e os *externos*, representados por usuários potenciais do empreendimento (no caso do hotel, qualquer pessoa que possa se hospedar nele) (JOHN, 1995; CONDE, 2001).

<sup>8</sup> A *seleção de tecnologias* inclui seleção de materiais, componentes e sistemas, bem como as *tecnologias construtivas* empregadas na produção do empreendimento.

d) usuários.

Porém, segundo OLIVEIRA (1998) a opinião do usuário pode ser influenciada por cinco fatores principais:

- a) *características pessoais*, ou seja, fatores que influenciam o comportamento humano tais como características culturais, sociais, pessoais e psicológicas, em especial a condição socioeconômica;
- b) *relações entre o ambiente e o comportamento*, como por exemplo privacidade, territorialidade, interação social e identidade;
- c) *macro-variáveis da tomada de decisão*, ou seja, atributos que contribuem para a valorização e escolha do imóvel, como área construída, preço, áreas de lazer, padrão de acabamento, equipamentos e localização;
- d) *características da construção*, tais como conforto térmico, acústico e visual, aparência da edificação e dos ambientes, disponibilidade de serviços e facilidades, acessibilidade, segurança e flexibilidade do projeto; e
- e) *qualidade do atendimento prestado pela empresa*, que começa desde a venda do imóvel, incluindo a negociação de condições de pagamento e prazos, forma de entrega da obra, assistência técnica, atendimento a reclamações e avaliações em uso.

Desta forma, visando obter informações que pudessem ser confrontadas com os dados obtidos junto aos usuários, a pesquisadora realizou observações exploratórias, considerando os aspectos técnico-constructivos, funcionais e comportamentais, relacionados à produção e utilização das edificações em fase de uso/operação.

### **c) Técnicas utilizadas para coleta de informações**

Para a realização desta APO foram utilizadas várias técnicas, sendo os resultados apresentados de várias formas.

No Quadro 4.2 ilustra-se o esquema utilizado para a realização da avaliação pós-ocupação nestes estudos de caso.

As técnicas para coleta de informações utilizadas nesta APO foram selecionadas de modo a assegurar a veracidade e abrangência de cada informação, permitindo assim, a análise crítica dos resultados obtidos.

Quadro 4.2 - Tipos de técnicas utilizadas e resultados obtidos na APO.

TIPO DE LAVANTAMENTO	TÉCNICA UTILIZADA	PRODUTO/FORMA DE APRESENTAÇÃO
Levantamento de arquivo	▪ análise de projetos	▪ informações sobre os ambientes (tamanho, distribuição, tipo, quantidade, por exemplo);
	▪ entrevistas livres	▪ dados sobre os usuários (quantidade, distribuição, perfil, entre outras); ▪ dados sobre as rotinas de manutenção do edifício, solicitações de serviços, etc.
Levantamento de campo	▪ observações e levantamento técnico	▪ fichas de avaliação.
	▪ questionários	▪ dados tratáveis estatisticamente.

#### ▪ **Análise de projetos e entrevistas livres**

Foram realizadas análises de projetos, a partir das quais foram obtidas dados importantes acerca da quantidade, distribuição e perfil dos usuários e, ainda, sobre a quantidade, tipo, áreas, forma de utilização e taxa de ocupação dos ambientes.

Além disso, também foram realizadas *entrevistas livres*<sup>9</sup> com representantes da construtora, funcionários do condomínio e o responsável pela administração predial. Estas entrevistas viabilizaram a complementação das informações relativas aos ambientes e usuários, bem como forneceram dados importantes sobre o funcionamento do edifício.

#### ▪ **Questionários**

A opinião dos usuários foi coletada com o auxílio do QUESTIONÁRIO (ANEXO 4.4)<sup>10</sup>, que foi definido e avaliado no diagnóstico preliminar, conforme exposto no item 4.3.2. A aplicação desta técnica seguiu os princípios da *amostragem aleatória ou casual*, através da qual assegura-se que nenhum indivíduo da amostra tenha chance de ser selecionado mais de uma vez. A definição da população amostral a partir destes princípios, bem como ponderações sobre a realização da pesquisa e sobre a escala de valores adotada na elaboração do questionário, encontra-se detalhada no item 4.4.2.3.

#### ▪ **Observações e levantamento técnico**

A pesquisadora realizou visitas técnicas aos empreendimentos em fase de uso/operação, que forneceram informações importantes acerca de cada aspecto avaliado pelos usuários de forma a complementá-los. Esta atividade foi realizada com o auxílio de uma FICHA DE

<sup>9</sup> Sem o uso de roteiros ou instrumentos padronizados de coleta de dados.

<sup>10</sup> Os critérios utilizados para a elaboração deste questionário, bem como de sua escala de valores, tamanho e distribuição da população abordada na pesquisa, foram definidos a partir das orientações de ORNSTEIN (1992), SOUZA (1995) e HINO (2001).

AVALIAÇÃO (ANEXO 4.5), elaborada especificamente para este fim, de acordo com os princípios da APO.

Durante estas visitas, também foram feitas observações acerca de aspectos comportamentais e físicos da utilização do empreendimento, que tiveram como base as orientações de ORNSTEIN (1992) e REIS et al. (1994):

- a) *aspectos comportamentais* da utilização da edificação, observando como as pessoas utilizam o ambiente construído, atentando para detalhes relativos ao mau uso, uso incorreto ou imprevisto;
- b) *aspectos físicos da utilização* dos ambientes, tais como adaptações não previstas em projeto (instalação de grades, divisórias, equipamentos por exemplo), mostras de individualidade (demarcação de território, como avisos e placas não previstas, por exemplo).

#### **4.3.4.3 Fichas técnicas**

A partir de informações obtidas nas entrevistas, visitas técnicas e análise de projetos foram elaboradas as FICHAS TÉCNICAS, com a descrição das principais características de cada empreendimento selecionado para os estudos de caso.

Vale esclarecer que estas fichas (modelo no ANEXO 4.6) foram elaboradas com base nos mesmos princípios e requisitos de desempenho que orientaram a elaboração do questionário, conforme exposto no item 4.3.4.2.

#### **4.3.5 Os edifícios selecionados para a realização dos estudos em Vitória/ES**

Foram selecionados quatro empreendimentos, sendo dois edifícios de salas comerciais (um já concluído e outro em fase de projeto), um hotel em fase de projeto e um empreendimento (também em fase de projeto) com duas torres, uma para hotel e outra para salas comerciais.

Ressalta-se que, até o final da pesquisa bibliográfica, em junho de 2001, estes edifícios faziam parte de uma pequena lista de empreendimentos capixabas classificados, naquela oportunidade, por analistas e consultores de imóveis do mercado local como *Edifícios Inteligentes*<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Este é o termo utilizado pelas construtoras/empreendedores no lançamento dos respectivos empreendimentos. Mas, cabe ressaltar que, esta denominação é *justificada*, na maioria dos casos, apenas, pela automação de alguns sistemas prediais do empreendimento.

Segundo uma matéria publicada no jornal A GAZETA<sup>12</sup>, um dos maiores e mais antigos jornais do Espírito Santo e que possui um *Caderno de Imóveis* com publicação semanal, um dos edifícios selecionados (o Edifício III destes estudos) seria o *primeiro prédio inteligente de Vitória*<sup>13</sup> (BRIDI, 2001).

Nesta mesma matéria foram elencados os empreendimentos que marcariam a chegada dos *Edifícios Inteligentes* ao Estado do Espírito Santo. Todos os edifícios selecionados para a realização dos estudos em Vitória/ES foram citados nesta matéria.

Outros empreendimentos encontrados na pesquisa bibliográfica não foram incluídos na amostra a ser pesquisada, ou por não terem sido lançados até o momento em que a pesquisa foi iniciada, ou por não atenderem aos critérios de seleção.

Ressalta-se que, dentre os edifícios considerados *Inteligentes* na cidade de Vitória/ES, somente um já havia sido concluído e estava em fase de uso/operação. Os demais empreendimentos encontravam-se em fase de projeto ou em etapas iniciais da execução. Por isso, a avaliação pós-ocupação realizada nos estudos em Vitória/ES restringiu-se a apenas um empreendimento, a saber, o “Edifício III”.

Assim, os quatro empreendimentos selecionados para a realização destes estudos na cidade de Vitória/ES, foram:

- Blue Tree Towers Vitória;
- Caesar Business Vitória;
- Corporate Center;
- Petro Tower Business;

Mais uma vez, com o objetivo de preservar as informações fornecidas pelas empresas e profissionais que colaboraram para a realização desta pesquisa, durante a apresentação dos resultados obtidos nestes estudos de caso, os empreendimentos serão identificados, aleatoriamente, por algarismos romanos (de III a VI, seguindo a identificação iniciada no diagnóstico preliminar). Esta identificação não possui qualquer relação com os nomes dos empreendimentos ou com a ordem em que foram anteriormente apresentados.

---

<sup>12</sup> Tiragem diária de 128.000 exemplares, segundo pesquisa realizada pelo IBOPE na região metropolitana de Vitória, em outubro de 2001.

#### 4.3.6 As empresas e profissionais participantes dos estudos em Vitória/ES

Para obtenção de informações que possibilitassem a análise das diversas etapas do processo de projeto, execução e uso/operação dos edifícios pesquisados em Vitória/ES, foram realizadas entrevistas com empresas e profissionais envolvidos nestas diferentes etapas e processos.

As informações sobre as etapas de projeto foram obtidas através de entrevistas realizadas junto a projetistas, construtoras e fornecedores envolvidos nesta fase, em cada empreendimento.

Da mesma forma, para obtenção de informações sobre a execução das obras e de dados relativos ao uso/operação e manutenção dos edifícios, foram entrevistadas, respectivamente, as empresas construtoras e os administradores de condomínio. Na Quadro 4.3 estão indicados os principais tipos de informações obtidas nas entrevistas, bem como suas principais fontes.

As empresas construtoras participantes dos estudos em Vitória/ES foram as seguintes:

- Blokos Engenharia Ltda.
- Construtora Itapé Ltda.
- Construtora Lorenge Ltda.
- RS Construtora e Incorporadora Ltda.

Quadro 4.3 - Principais tipos e fontes de informação a serem obtidas nas entrevistas.

TIPOS DE INFORMAÇÃO	PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ dados sobre as etapas de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ construtoras</li> <li>▪ projetistas</li> <li>▪ fornecedores</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ dados sobre a obra e interface projeto/obra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ construtora</li> <li>▪ projetistas</li> <li>▪ fornecedores</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ dados sobre o desempenho do edifício</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ administradores do condomínio</li> <li>▪ usuários</li> </ul>

Novamente, visando preservar a integridade das informações fornecidas pelas empresas e profissionais que contribuíram para a realização destes estudos de caso, durante a apresentação dos resultados as empresas construtoras serão identificadas por meio de letras maiúsculas (de A a D), de forma aleatória, sem que esta identificação tenha qualquer relação com seus nomes ou com a ordem em que foram anteriormente apresentadas.

<sup>13</sup> Cabe salientar que não foram mencionados os critérios utilizados para tal afirmação.

Através das entrevistas, foram obtidos dados que possibilitaram descrever o perfil das empresas participantes dos estudos, conforme indicado no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Perfil resumido das construtoras participantes dos estudos em Vitória/ES.

EMPRESA	SEGMENTOS DE ATUAÇÃO	ABRANGÊNCIA GEOGRÁFICA	TEMPO DE ATUAÇÃO	CERTIFICADO DE QUALIDADE	EQUIPE DE PROJETOS	FATURAMENTO ANUAL
A	• construção comercial	Vitória/ES	± 20 anos	não possui	terceirizada	não declarado
B	• construção residencial • construção comercial • incorporação	Vitória/ES	21 anos	ISO 9002:94, desde 1999	parte terceirizada e parte própria	R\$ 7.500.000,00
C	• construção residencial • construção comercial • construção industrial • incorporação	Espírito Santo e São Paulo	21 anos	ISO 9002:94, desde dezembro de 1999	terceirizada	R\$ 40.000.000,00
D	• construção residencial • construção comercial • incorporação	Vitória/ES	22 anos	ISO 9002:94, desde maio de 2000	terceirizada	R\$ 385.000,00

Foram realizadas, ainda, entrevistas com os seguintes profissionais:

- Arquiteto Cesar A. Mendonça - Projetistas/arquitetura;
- Engenheira Simone Neves Alvin Silva - Coordenação de projetos/construtora;
- Engenheiro Aristides Pepino - Fornecedor/elevadores;
- Engenheiro Celso Siqueira - Coordenação de projetos/construtora;
- Engenheiro Marcos Scopel - Administração predial;
- Engenheiro Jarvis Alexandre Poltronieri - Projetista/instalações;
- Engenheiro Renan Sarmiento - Projetista/estruturas;
- Engenheiro Walter Monteiro - Coordenação de projetos/construtora;
- Paulo José Garayp - Fornecedor/esquadrias;

A participação de tais profissionais nestes estudos justificou-se pelo fato deles terem participado do processo de projeto ou da fase de execução dos empreendimentos estudados ou ainda por serem responsáveis pela administração predial, no caso do Edifício III.

No Quadro 4.5, indica-se a relação entre os edifícios escolhidos e as empresas construtoras participantes destes estudos. Podem ser observados ainda o tipo de edificação e a fase em que se encontrava cada empreendimento no momento da realização da pesquisa bibliográfica.

Quadro 4.5 - Relação entre as empresas e os edifícios selecionados para os estudos em Vitória/ES.

CIDADE	EMPRESA	EDIFÍCIO	FASE	TIPO DE EDIFICAÇÃO
Vitória	A	III	uso	edifício de salas comerciais
Vitória	B	IV	projeto	edifício de salas comerciais
Vitória	C	V	projeto	hotel e edifício de salas comerciais
Vitória	D	VI	projeto	hotel

### 4.3.7 Tratamento dos dados e informações obtidos

Os dados e informações obtidos nestes estudos de caso podem ser agrupados a partir da forma como foram coletados, a saber:

- a) informações qualitativas, coletadas a partir das entrevistas, análise de projetos, além das observações e levantamentos feitos pela pesquisadora;
- b) informações quantitativas coletadas através de questionário;

As informações qualitativas foram analisadas e agrupadas sistematicamente, sendo então organizadas e apresentadas em quadros e comentários. Já os dados quantitativos foram organizados, tabulados e tratados estatisticamente com auxílio do *software* (o SPSS for Windows) e, posteriormente, foram apresentados sob a forma de gráficos, tabelas e quadros.

### 4.3.8 Análise dos resultados e proposição de recomendações de projeto

Os problemas identificados na APO foram analisados qualitativamente, buscando-se compreender suas origens e possíveis relações com o processo de projeto e suas falhas e deficiências.

A partir desta análise, foram recomendadas formas para tratamento de cada um dos problemas identificados ainda nas etapas de projeto dos empreendimentos. Estas recomendações foram feitas a partir da revisão de literatura realizada nos capítulos 2 e 3 desta dissertação, bem como das informações e conclusões obtidas nos estudos de caso.

## 4.4 Realização dos estudos de caso

Esta pesquisa foi realizada em três etapas básicas: uma *pesquisa bibliográfica* e um *diagnóstico preliminar em São Paulo/SP* (já expostos nos itens 4.3.1 e 4.3.2, respectivamente) e *estudos em Vitória/ES*.

Os estudos em Vitória, por sua vez, constituíram-se, basicamente, de *entrevistas* para obtenção de informações sobre o processo de projeto dos quatro empreendimentos selecionados e uma *avaliação pós-ocupação* realizada no Edifício III (em fase de uso/operação), conforme detalhado nos itens 4.4.1 e 4.4.2, respectivamente.

#### 4.4.1 Obtenção de informações sobre o processo de projeto

Visando obter informações sobre o processo de projeto foram realizadas entrevistas com profissionais que participaram, não só das etapas de projeto, mas também, no caso do Edifício III, das fase de execução e de manutenção/operação de cada empreendimento.

Desta forma, como os edifícios selecionados para os estudos encontravam-se ou na fase de projeto (Edifícios IV, V e VI) ou na fase de uso/operação (Edifício III), as entrevistas receberam dois tratamentos distintos, ou seja:

- para o Edifício III, foram realizadas entrevistas com as empresas construtoras, os projetistas, fornecedores e os responsáveis pela administração predial.
- já para Edifícios IV, V e VI, em fase de projeto, foram realizadas entrevistas com os projetistas e construtoras, onde os processos de projeto foram conduzidos.

Cada tipo de entrevista (construtores, projetistas ou administradores de condomínio) foi conduzida por um roteiro específico, conforme apresentado no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 - Tipos de entrevistas realizadas em cada edifício.

EDIFÍCIO	FASE	ENTREVISTADOS	ROTEIROS
III	Uso/operação	▪ Construtora A	▪ Roteiro 01
		▪ Projetistas	▪ Roteiro 02
		▪ Administradores de condomínio	▪ Roteiro 03
IV	Projeto	▪ Construtora B	▪ Roteiro 01
		▪ Projetistas	▪ Roteiro 02
V	Projeto	▪ Construtora C	▪ Roteiro 01
		▪ Projetistas	▪ Roteiro 02
VI	Projeto	▪ Construtora D	▪ Roteiro 01
		▪ Projetistas	▪ Roteiro 02

As entrevistas com empresas construtoras foram estruturadas com o auxílio do ROTEIRO 01 (ANEXO 4.1), cujos principais objetivos são:

- entender os *conceitos* e os *objetivos* adotados pela construtora, na produção do empreendimento em estudo;

- identificar as diferenças existentes entre o empreendimento em estudo e os edifícios convencionais similares, nas fases de projeto e execução;
- observar que tipo de informações foram utilizadas como *entrada* no processo de projeto, de modo a identificar os requisitos de desempenho considerados;
- caracterizar a tecnologia empregada neste tipo de empreendimento;
- coletar informações sobre a relação custo<sup>14</sup>/benefício, que justificassem os eventuais investimentos adicionais em tecnologia feitos no empreendimento;
- observar a evolução ou mesmo possíveis modificações do processo de projeto comumente adotado pela empresa;
- identificar problemas ocorridos durante a fase de execução, bem como o tratamento dado à interface projeto/obra;
- coletar dados sobre o desempenho do edifício em estudo, através da análise de pesquisas de satisfação do cliente eventualmente realizadas pela construtora.

Já as entrevistas com projetistas e fornecedores foram estruturadas a partir do ROTEIRO 02 (ANEXO 4.2). Os principais objetivos são:

- entender os *conceitos* e os *objetivos* adotados pelo projetista na produção do empreendimento em estudo;
- identificar as diferenças existentes entre o empreendimento em estudo e os edifícios convencionais similares nas fases de projeto e execução;
- observar que tipo de informações foram utilizadas como *entrada* no processo de projeto, de modo a identificar os requisitos de desempenho considerados;
- caracterizar a tecnologia empregada neste tipo de empreendimento;
- coletar informações sobre a relação custo/benefício, que justificassem os eventuais investimentos adicionais em tecnologia feitos no empreendimento;
- identificar problemas ocorridos durante a fase de execução, bem como o tratamento dado à interface projeto/obra.

Durante as entrevistas com os projetistas e as construtoras, também foram analisados os projetos dos empreendimentos, quando estes estavam disponíveis. Estas análises auxiliaram

---

<sup>14</sup> Basicamente, os custos de produção, operação e manutenção.

na caracterização da tecnologia empregada em cada edifício, bem como na construção de suas fichas técnicas e no levantamento de informações para a avaliação pós-ocupação.

Para as entrevistas com os administradores de condomínio (somente para o Edifício III) foi utilizado o ROTEIRO 03 (ANEXO 4.3), tendo como principais objetivos:

- coletar informações sobre a relação custo/benefício, que justificassem os eventuais investimentos adicionais em tecnologia feitos no empreendimento;
- coletar dados sobre as principais reclamações de usuários como forma de complementar pesquisas, eventualmente, realizadas pelas construtoras;
- identificar os principais problemas que ocorrem neste tipo de empreendimento durante sua fase de uso/operação, bem como conhecer sua rotina de manutenção e outras informações, que pudessem subsidiar a análise do desempenho dos edifícios em estudo.

#### 4.4.2 Avaliação pós-ocupação

A APO do Edifício III foi realizada em duas etapas distintas: um *levantamento de arquivo*, que consistiu, basicamente, da análise dos projetos do empreendimento e de entrevistas com os projetistas, construtores, fornecedores, funcionários do condomínio e com o responsável pela administração predial e; um *levantamento de campo*, constituído por duas etapas básicas: *observações/levantamentos* e *pesquisa de opinião* junto aos usuários, conforme ilustrado na Figura 4.3.



Figura 4.3 - Esquema de realização da avaliação pós-ocupação.

##### 4.4.2.1 Análise de projetos

Foram analisados os projetos de arquitetura, instalações e estruturas do Edifício III. Porém, com o intuito de não fragilizar a segurança do empreendimento, os mesmos não foram apresentados nos resultados destes estudos de caso.

Ressalta-se, no entanto, que a partir destas análises foram obtidas informações sobre o tipo, tamanho e quantidade dos ambientes, de forma a subsidiar a definição da população amostral considerada para aplicação do questionário, conforme exposto no item 4.4.2.3-b.

Cabe ainda salientar que, no momento da realização destes estudos de caso, o estado do Espírito Santo atravessava uma grave crise política, que resultou em forte recessão econômica no mercado imobiliário, o que justifica a baixa taxa de ocupação (de apenas 30%) observada no Edifício III. Apesar do empreendimento ter sido concluído há mais de oito meses, muitas empresas (proprietários de salas) ainda não haviam se instalado definitivamente no prédio.

#### **4.4.2.2 Levantamento técnico**

O levantamento técnico das condições de uso/operação do Edifício III foi realizado com o auxílio da FICHA DE AVALIAÇÃO (ANEXO 4.5.), cujos critérios de observação foram definidos a partir dos princípios da APO<sup>15</sup>.

Ademais, outras observações consideradas importantes para a análise dos problemas observados foram anotadas e apresentadas como *comentários*, juntamente com os resultados, ao longo do capítulo 5 desta dissertação. Estas observações referem-se, sobretudo, a problemas relacionados às instalações prediais, dificuldades e deficiências na operação e manutenção.

#### **4.4.2.3 Pesquisa junto aos usuários**

A pesquisa realizada junto aos usuários do Edifício III foi desenvolvida a partir dos princípios da avaliação pós-ocupação, já expostos no item 4.3.4.2. Cabe, no entanto, esclarecer alguns pontos relacionados aos critérios utilizados na aplicação do questionário.

##### **a) Elaboração do questionário**

Dois pontos destacaram-se na elaboração do questionário utilizado na APO: a definição dos *requisitos* a serem avaliados pelos usuários e a *escala de valores* utilizada para tal avaliação.

Ressalta-se que os *requisitos* utilizados no questionário foram definidos a partir de orientações normativas, tendo sido observadas contribuições de vários pesquisadores da área. Já a escala de valores adotada para avaliação dos requisitos pelos usuários foi pautada em considerações estatísticas sobre conceitos tendenciosos em pesquisas de opinião.

---

<sup>15</sup> Com base nos trabalhos de ORNSTEIN (1992), SOUZA (1995) e REIS (1994).

Foi definida como adequada, para estes estudos de caso, a utilização de quatro conceitos opostos: o conceito de *PÉSSIMO* que opõe-se ao conceito de *ÓTIMO* e o conceito de *RUIM* que opõe-se ao de *BOM*.

Porém, para que o usuário não tivesse dúvidas durante a avaliação dos requisitos, para cada conceito foram atribuídas notas, variando de 0,0 a 10,0, em intervalos correspondentes aos conceitos definidos, ou seja, ao conceito *PÉSSIMO* foi atribuído um intervalo de notas variando de 0,0 a 2,5; ao conceito *RUIM* o intervalo de 2,5 a 5,0; ao conceito de *BOM* de 5,0 a 7,5 e ao conceito *ÓTIMO* de 7,5 a 10,0.

A atribuição de valores numéricos aos conceitos definidos favoreceu a tabulação e o tratamento dos dados, possibilitando o cálculo de notas para expressar o conceito global alcançado pelo edifício.

#### **b) Definição da população amostral**

O ponto de partida para o cálculo da amostra representativa do total de usuários de uma edificação é conhecer seu *espaço amostral*, ou seja, a quantidade total de usuários que o edifício possui.

No caso de um edifício comercial, o espaço amostral consiste no somatório de *usuários internos* (no Edifício III, basicamente, as pessoas que utilizam as salas e os funcionários do condomínio) e os *usuários externos*, ou seja, os visitantes ou pessoas que utilizam o edifício eventualmente.

O Edifício III compõe-se de duas torres (aqui identificadas por TA e TB) com 08 pavimentos tipo cada. Juntas, as torres abrigam 172 salas com áreas variando de 30 a 180m<sup>2</sup>. No momento da realização da APO, estimava-se que apenas 40 salas encontravam-se ocupadas<sup>16</sup>, sendo utilizadas por empresas de atividades diversas, conforme indicado no Quadro 4.8 (item "c").

Além das salas comerciais, o Edifício III dispõe de dois pavimentos (térreo e pilotis) comuns para as duas torres, com espaço para 50 lojas e outros ambientes como auditório e restaurante. Porém, até o momento da realização destes estudos de caso, esses ambientes estavam todos desocupados, inviabilizando sua inclusão na pesquisa.

---

<sup>16</sup> Informação obtida junto à administração do condomínio. Este dado foi posteriormente checado pela pesquisadora, conforme descrito no item "c" (item 4.4.2.3 - c). Após percorrer todos os ambientes do Edifício III, verificou-se que o número de salas ocupadas era de 54, conforme indicado no Quadro 4.8.

Segundo dados obtidos junto à administração do condomínio, o Edifício III contava com uma equipe fixa de apenas 09 funcionários, que desempenham atividades diversas como limpeza, segurança e pequenos serviços de manutenção, ligadas à operação do empreendimento.

Ainda segundo dados da administração do Edifício III, a quantidade de usuários internos girava em torno de 150 pessoas<sup>17</sup>, número aparentemente baixo considerando-se a quantidade de salas que o empreendimento dispõe. No entanto, este fato se justificava pela baixa taxa de ocupação, de apenas 30% de sua capacidade total, conforme exposto no item 4.4.2.1.

Já a quantidade de usuários externos estava estimada em cerca de 20 pessoas/dia, o que também representava um número baixo. Mas, esta pequena quantidade de visitantes pode ser justificada por dois motivos principais: i) a baixa taxa de ocupação do edifício e; ii) o tipo de empresas estabelecidas no empreendimento, que são caracterizadas pela não necessidade de atendimento ao público, conforme pode ser observado no Quadro 4.8 (item "c").

Em suma, conforme exposto no Quadro 4.7, a população total estimada no Edifício III no momento da realização destes estudos, era de, aproximadamente, 159 pessoas que utilizavam as instalações do empreendimento diariamente, além de 20 visitantes/dia.

Usualmente, o dimensionamento da população amostral de usuários em APO's baseia-se no princípio distribuição normal da população e da *amostragem casual simples* (ORNSTEIN, 1992). Tabelas desenvolvidas por estatísticos fornecem, de forma direta, os valores de populações amostrais calculados a partir destes princípios, conforme pode ser observado no APÊNDICE A.

No entanto, estes cálculos levam em conta a população total do empreendimento, o que, neste caso, não pôde ser obtida de forma direta uma vez que o edifício encontra-se com sua capacidade de ocupação subutilizada.

Contudo, considerando-se os dados da administração predial (150 usuários internos, distribuídos em 40 salas), conclui-se que a taxa média de ocupação do edifício era de 3,75 pessoas/sala. Desta forma, a população total do Edifício III, com taxa de ocupação de 100%, seria de 645 pessoas aproximadamente<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Este dado foi posteriormente checado pela pesquisadora, conforme descrito no item "c" (item 4.4.2.3 - c). Após percorrer todos os ambientes do Edifício III, verificou-se que o número de usuários era 206, conforme indicado no Quadro 4.8.

<sup>18</sup> Ou seja: 3,75 pessoas/sala x 172 salas = 645 pessoas.

Considerando-se este valor (645 pessoas) como sendo o total aproximado de usuários internos do edifício e, ainda, calculando-se proporcionalmente a população de visitantes, obtém-se os números apresentados no Quadro 4.7. Cabe observar que, segundo informações da administração predial do Edifício III, a quantidade de funcionários necessários à manutenção do condomínio no caso de uma taxa de ocupação de 100% não seria superior ao dobro de funcionários existentes para a taxa de ocupação de 30%.

Quadro 4.7 - Dados considerados no dimensionamento da população amostral do Edifício III.

TIPO DE USUÁRIO	POPULAÇÃO TOTAL EXISTENTE COM TAXA DE OCUPAÇÃO DE 30%	POPULAÇÃO TOTAL ESTIMADA PARA TAXA DE OCUPAÇÃO DE 100%
Internos	150 pessoas	645 pessoas
Funcionários	09 pessoas	18 pessoas
Externos (visitantes)	20 pessoas	67 pessoas
TOTAL	179 pessoas	730 pessoas

Deste modo, considerando os números expostos no Quadro 4.7 e, utilizando a tabela de amostragem apresentada no APÊNDICE A, obteve-se a amostra representativa para uma população de 730 usuários, que é de 88 pessoas.

Porém, na realização do diagnóstico preliminar, observou-se que o percentual de devolução de respostas aos questionários não passou de 20%. Assim, como forma de garantir o retorno de uma quantidade suficiente de questionários (maior ou igual a 88), que pudessem gerar dados confiáveis para as análises pretendidas, admitiu-se como amostra representativa para esta APO, a população total estimada para edifício no momento de realização destes estudos, ou seja, 179 pessoas.

### c) Aplicação do questionário

Todos os usuários (internos e externos) do Edifício III foram *abordados* pela pesquisadora e convidados a responder ao questionário, devolvendo-os imediatamente. Para aqueles usuários que desejavam participar da pesquisa e, eventualmente, não podiam responder o questionário no momento da abordagem, foi concedido prazo para que o fizessem da forma que lhes fosse conveniente.

Como forma de abordar os usuários internos e conferir as informações fornecidas pela administração do condomínio do Edifício III acerca da sua população, a pesquisadora percorreu todos os ambientes das duas torres do empreendimento, aplicando os questionários e procedendo um levantamento sobre a quantidade de salas ocupadas e de usuários internos existentes. Foram obtidas, ainda, informações sobre o tipo de empresas que ocupavam o

prédio na oportunidade da pesquisa. As informações obtidas neste levantamento estão indicadas no Quadro 4.8.

Quadro 4.8 - Distribuição dos ambientes no Edifício III (somente as salas e andares ocupados).

TORRE	AMBIENTE	RAMO DE ATUAÇÃO DA EMPRESA	QUANTIDADE USUÁRIOS	
TA	Salas 1201 e 1203	Publicidade e propaganda	13	
	Sala 1202	Mineração	7	
	10º e 11º andares (08 salas ao todo)	Entidade sindical	15	
	Sala 801	Importação/exportação de minério	5	
	Sala 802	Treinamento em informática	1	
	Sala 803	Advocacia	9	
	Sala 804	Advocacia	8	
	Salas 701 e 703	Advocacia	16	
	Sala 702	Representação comercial	3	
	Sala 501	Clínica oftalmológica	7	
TB	Sala 1209	Cobrança	8	
	Sala 1207	Advocacia	2	
	Sala 1105	Provedor de acesso à Internet	4	
	Sala 1101	Representação comercial	2	
	Sala 1016	Advocacia	3	
	Sala 1015	Consultoria em administração	6	
	Sala 1013	Imobiliária	3	
	Sala 1011	Consultório médico	3	
	Sala 1003	Representação comercial	3	
	Sala 917	Advocacia	2	
	Sala 916	Construção civil	2	
	Sala 914	Assessoria jurídica e contábil	3	
	Salas 910 e 912	Consultório médico	5	
	Salas 905 e 907	Consultório odontológico	4	
	Sala 902	Representação comercial	2	
	Salas 814 e 816	Informática	6	
	Salas 810 e 812	Informática	8	
	Sala 809	Consultoria em transportes	5	
	Sala 711	Agência de viagens e turismo	1	
	Salas 611 e 613	Prestadora de serviços (transportes)	4	
	Sala 607	Representação comercial	3	
	Salas 516, 512 e 511	Representação comercial	4	
	Sala 507	Representação comercial	2	
	Sala 502	Informática	4	
	Salas 301 e 302	Distribuidora de medicamentos	15	
	Sala 201	Agência de turismo	11	
	Sala 202	Construção civil	7	
		<b>54 salas</b>		<b>206 usuários internos</b>

Observou-se que a quantidade de usuários internos, bem como de salas ocupadas no Edifício III era, na verdade, maior que os números inicialmente considerados (150 pessoas e 40 salas respectivamente). A partir destes novos dados, procedeu-se o redimensionamento da amostra, adotando, para tanto, o mesmo procedimento utilizando inicialmente, conforme exposto no item "c".

Deste modo, a média de usuários internos do Edifício III passou de 3,75 para 3,81 pessoas/sala (206 pessoas distribuídas em 54 salas). Da mesma forma, a quantidade de usuários internos estimada para o edifício com taxa de ocupação de 100% passou de 645 para 656 pessoas, aproximadamente ( $= 3,81 \text{ pessoas/sala} \times 172 \text{ salas}$ ).

Conseqüentemente, a população total do edifício, no caso de taxa de ocupação igual a 100%, passou de 730 para 741 pessoas.

Consultando a tabela do APÊNDICE A, observou-se que a amostra a ser considerada não se alteraria, ou seja, a quantidade desejável de questionários a serem respondidos deveria ser maior ou igual a 88.

O número total de respostas obtidas na aplicação do questionário (110) não chegou a 47% do total de abordagens realizadas (235), conforme exposto no Quadro 4.9. Contudo, a quantidade de questionários respondidos superou a amostra definida (88 questionários).

Quadro 4.9 - Respostas obtidas na pesquisa junto aos usuários do Edifício III.

TIPO DE USUÁRIO	QUESTIONÁRIOS APLICADOS (AMOSTRA CONSIDERADA)	TOTAL DE RESPOSTAS OBTIDAS	% DE RESPOSTAS OBTIDAS
Internos	206 pessoas	88	42,72%
Funcionários	09 pessoas	09	100%
Externos (visitantes)	20 pessoas	13	65%
TOTAL	235 pessoas	110	46,81%

Pela tabela do APÊNDICE A, observa-se que a quantidade de questionários respondidos (110) seria adequada para uma população maior que 2.000 pessoas.

Salienta-se, ainda, que, o número de respostas obtidas junto aos usuários internos do Edifício III (88 questionários) seria representativo para uma população de até 750 pessoas, o que resultaria numa população média de até 13,88 pessoas/sala, ou seja, aproximadamente 2.388 pessoas ocupando as 172 salas do edifício. Esta população, bem maior do que aquela considerada no dimensionamento da amostra para estes estudos, indica a confiabilidade da estimativa realizada, evidenciando a confiabilidade da amostra utilizada.

### **4.4.3 Tratamento dos dados e informações**

Os dados e informações obtidos nestes estudos de caso receberam tratamento de acordo com a forma como foram coletados, ou seja, as informações obtidas nas *entrevistas* e os dados obtidos na avaliação pós-ocupação.

#### **4.4.3.1 Informações obtidas nas entrevistas**

As informações obtidas nas entrevistas foram organizadas em tópicos e apresentadas em Quadros, sendo estes distribuídos por assunto, ao longo do item 5.2.2.1, no capítulo 5 desta dissertação.

#### **4.4.3.2 Dados obtidos na avaliação pós-ocupação**

Os dados obtidos na APO foram divididos em duas partes: os dados obtidos na pesquisa junto aos usuários e o levantamento técnico realizado pela pesquisadora. Os dados obtidos no levantamento foram organizados em tópicos e apresentados no Quadro 5.10 (item 5.2.2.2, do capítulo 5).

Já os dados obtidos na pesquisa realizada com os usuários foram organizados em extratos, sendo separados de acordo com o tipo de usuário (locatários, proprietários, funcionários do condomínio e visitantes). Estes extratos foram então tabulados e tratados estatisticamente através do programa SPSS *for Windows*, versão 8.0. Os resultados deste tratamento foram apresentados através de tabelas, quadros e gráficos, ao longo do item 5.2.2.2 do capítulo 5 desta dissertação e no ANEXO 5.7.

### **4.5 Considerações finais**

O tipo de pesquisa escolhido - a pesquisa descritiva sob a forma de estudos de caso, revelou-se um método adequado para obtenção de informações e dados relacionados aos aspectos práticos do processo de projeto dos edifícios pesquisados.

Nestes estudos de caso, no entanto, considerando as limitações de tempo e recursos para a realização da pesquisa, não foi possível coletar dados que possibilitassem a *comparação* de processos de projeto e/ou o desempenho de edifícios construídos em cidades diferentes. Estas comparações, embora não façam parte dos objetivos desta pesquisa, forneceriam subsídios valiosos para o estabelecimento das recomendações de projetos pretendidas nesta dissertação.

Contudo, as informações obtidas no diagnóstico preliminar realizado com edifícios da cidade de São Paulo/SP poderão ser utilizadas como *sugestões* para recomendações de projeto, uma

vez que o processo de projeto existente naquela cidade mostrou-se consideravelmente organizado e bem-sucedido.

Os resultados obtidos nestes estudos de caso foram expostos e discutidos no capítulo 5 desta dissertação e, aliados à revisão de literatura apresentada nos capítulos 2 e 3, fornecem conclusões importantes para a proposição de recomendações de projeto pretendidas.

### 5.1 Introdução

O estabelecimento de recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*, objetivo principal desta dissertação, pressupõe a análise do processo de projeto deste tipo de empreendimento e suas relações com os eventuais problemas observados na edificação, durante sua vida útil. Para tanto, desenvolveram-se estudos de caso, cuja metodologia foi apresentada e discutida no capítulo 4, com base na revisão de literatura (capítulos 2 e 3).

Os estudos de caso envolveram quatro empreendimentos em fase de projeto, construção e uso/operação, da cidade de Vitória/ES e foram realizados em duas etapas principais: realização de *entrevistas* para obtenção de informações sobre o processo de projeto de todos os empreendimentos selecionados e *avaliação pós-ocupação* de um edifício, o único em fase de uso/operação presente na amostra. Cabe lembrar que estes estudos incluíram um diagnóstico preliminar, realizado na cidade de São Paulo/SP que, embora não possua caráter conclusivo, forneceu informações importantes para a proposição das recomendações de projeto, conforme discutido no capítulo 4.

Desta forma, neste capítulo, são apresentados os resultados e conclusões obtidos não só nos estudos em Vitória/ES, mas também no diagnóstico preliminar realizado em São Paulo/SP, buscando favorecer o entendimento do leitor acerca de todas as informações que poderão ser utilizadas na proposição das recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*, apresentadas no item 5.4 desta dissertação.

### 5.2 Apresentação e discussão dos resultados

Para melhor apresentação, os resultados foram agrupados em duas partes distintas: o *diagnóstico preliminar em São Paulo/SP* e os *estudos de caso em Vitória/ES*, conforme apresentado nos itens 5.2.1 e 5.2.2, respectivamente. No item 5.2.3, apresentam-se algumas *aspectos conceituais* considerados na produção dos edifícios visitados, tanto no diagnóstico preliminar como nos estudos em Vitória/ES. Estas informações foram tratadas e apresentadas em conjunto devido à similaridade observada entre as respostas.

#### 5.2.1 Diagnóstico preliminar em São Paulo/SP

Os resultados do diagnóstico preliminar foram agrupados em duas partes: o *processo de projeto* e a *avaliação qualitativa de desempenho* dos Edifícios I e II, conforme exposto nos itens 5.2.1.1 e 5.2.1.2, respectivamente.

### 5.2.1.1 O processo de projeto dos Edifícios I e II

A partir das entrevistas realizadas com projetistas, fornecedores, construtores e administradores de condomínio dos Edifícios I e II empreendimentos visitados na cidade de São Paulo, apresentam-se, no Quadro 5.1, os aspectos do processo de projeto mais relevantes do diagnóstico preliminar.

Quadro 5.1 - O processo de projeto dos empreendimentos visitados na cidade de São Paulo.

<b>PROCESSO DE PROJETO: METODOLOGIA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ em geral, os projetos são desenvolvidos por equipes <i>multidisciplinares</i>, sob a coordenação do arquiteto responsável pelo empreendimento;</li> <li>▪ é comum a participação de empreendedores, construtores, fornecedores e consultores especializados em tecnologia, além dos projetistas em todas as fases do processo de projeto;</li> <li>▪ a prática de reuniões periódicas (semanais, na maioria dos casos), com a participação de todos os responsáveis pelo projeto, foi comum entre os empreendimentos pesquisados;</li> <li>▪ em geral, não há uma clara definição das <i>etapas do processo de projeto</i> (início e fim), sendo algumas atividades desenvolvidas simultaneamente;</li> <li>▪ não estão disponíveis registros (atas de reuniões, memorandos, solicitações de alterações ou outros documentos) sobre o processo de projeto adotado para os empreendimentos pesquisados.</li> </ul>
<b>PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: CONCEPÇÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ em geral, baseia-se em experiências anteriores do empreendedor e/ou na construtora responsável e em informações dos projetistas e fornecedores (sobretudo os de tecnologia);</li> <li>▪ o empreendedor define as principais características do edifício, em conjunto com a construtora e/ou com os responsáveis pela comercialização do empreendimento. Estas definições são posteriormente discutidas com os projetistas e fornecedores e consultores especializados;</li> <li>▪ não são realizadas pesquisas ou investigações acerca do perfil do usuário.</li> </ul>
<b>PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: ESCOLHA DE TECNOLOGIAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ conta com a participação de fornecedores, construtores, empreendedores e consultores especializados, além dos projetistas responsáveis.</li> </ul>
<b>PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ conta com a participação de fornecedores, construtores, empreendedores e consultores especializados;</li> <li>▪ a compatibilização e o desenvolvimento dos projetos ocorrem de forma simultânea, com a participação de todos os envolvidos;</li> <li>▪ quanto à incidência de falhas detectadas nas etapas de compatibilização dos projetos, destacam-se os problemas relacionados às interferências entre os projetos de instalações e entre esses e os projetos de estruturas, dada a grande quantidade de tubulações e equipamentos necessários à distribuição dos sistemas projetados.</li> </ul>
<b>PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ em geral, o agente indutor do empreendimento (construtora e/ou empreendedor) não contrata os responsáveis pelo projeto para o acompanhamento das etapas de execução. Desta forma, o envolvimento destes profissionais com a obra ocorre de maneira esporádica, na ocorrência de dúvidas, falhas ou interferências entre os projetos.</li> </ul>
<b>PROCESSO DE PROJETO: RETROALIMENTAÇÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não foi relatada nenhuma forma de retroalimentação do processo de projeto pelos entrevistados;</li> <li>▪ mesmo nos casos em que as administradoras de condomínio dos empreendimentos pesquisados coletam dados sobre o desempenho (basicamente, frequência de manutenção, patologias mais comuns, reclamações de usuários), os agentes envolvidos no projeto não têm conhecimento de tais informações;</li> <li>▪ até mesmo as construtoras especializadas neste tipo de empreendimento não utilizam informações sobre empreendimentos similares para o subsídio de novos projetos.</li> </ul>

Observou-se que o processo de projeto nestes empreendimentos encontra-se em estágio consideravelmente organizado e reflete a experiência de profissionais que atuam neste mercado há mais de duas décadas. Embora este diagnóstico não possa ser considerado um estudo conclusivo, dadas as suas limitações (abrangência, representatividade, entre outras), estas informações representam uma fonte de sugestões a serem consideradas na proposição de recomendações de projeto para empreendimentos similares. Entre estas sugestões, destacam-se as seguintes:

- formação de equipes de projetos *multidisciplinares*, envolvendo os principais agentes responsáveis pela realização do empreendimento;
- atuação do arquiteto como *coordenador* do processo de projeto;
- envolvimento da equipe de projetos nas etapas de execução;
- realização de reuniões periódicas, com a participação de todos os envolvidos em cada etapa da fase de projeto, como estratégia de comunicação e de resolução de problemas;
- compatibilização de projetos realizada durante as reuniões periódicas, pela *equipe de projetos*, ou seja, com a participação de fornecedores, consultores, representantes do empreendedor e da construtora, além dos projetistas diretamente envolvidos.

Vale ressaltar que estas práticas são recomendadas por diversos pesquisadores, entre os quais destacam-se PICCHI (1993), MELHADO (1994), SOUZA et al. (1995), NOVAES & FRANCO (1997) e VANNI et al. (1998), conforme exposto no capítulo 3.

#### **5.2.1.2 A avaliação qualitativa de desempenho nos Edifícios I e II**

Conforme exposto no item 4.3.2, entre os oito empreendimentos visitados no diagnóstico preliminar, dois foram escolhidos para a realização de uma Avaliação Pós-Ocupação.

Inicialmente, foram elaboradas as fichas técnicas dos Edifícios I e II, com as descrições de suas principais características, conforme apresentado nos ANEXOS 5.1 e 5.2, respectivamente.

A avaliação pós-ocupação dividiu-se em duas etapas: uma *pesquisa de opinião*, onde foram identificados os itens com desempenho insatisfatório, na opinião dos usuários; e um *levantamento técnico*, onde, através de observações e questionamentos, a pesquisadora identificou alguns problemas *qualitativos* de desempenho em cada empreendimento.

Nas Tabelas 5.1 e 5.2 apresentam-se, respectivamente, os resultados obtidos na pesquisa junto aos usuários dos Edifícios I e II.

Tabela 5.1 - Avaliação de desempenho do Edifício I - Opinião do usuário.

Requisito avaliado pelo usuário	Péssimo	Ruim	Bom	Ótimo	Sem
	0,0 a 2,5	2,5 a 5,0	5,0 a 7,5	7,5 a 10,0	Resposta
<b>CONSIDERANDO O EDIFÍCIO COMO UM TODO</b>					
Conforto Térmico	0,00%	28,57%	71,43%	0,00%	0,00%
Conforto Acústico	0,00%	0,00%	71,43%	28,57%	0,00%
Condições de Iluminação	0,00%	0,00%	85,71%	14,29%	0,00%
Instalações hidro-sanitárias	0,00%	28,57%	71,43%	0,00%	0,00%
Distribuição dos espaços	0,00%	0,00%	42,86%	42,86%	14,29%
Corredores	0,00%	0,00%	42,86%	42,86%	14,29%
Escadas	0,00%	14,29%	42,86%	42,86%	0,00%
Elevadores	0,00%	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%
Sinalização interna	0,00%	0,00%	85,71%	14,29%	0,00%
Sinalização externa	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Segurança contra fogo	0,00%	0,00%	57,14%	28,57%	14,29%
Segurança contra acidentes	0,00%	0,00%	57,14%	28,57%	14,29%
Adaptação para deficientes	0,00%	14,29%	85,71%	0,00%	0,00%
Aparência externa	0,00%	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%
Infra-estrutura de serviços	0,00%	28,57%	57,14%	0,00%	14,29%
Conceito global	0,00%	0,00%	71,43%	0,00%	28,57%
<b>CONSIDERANDO APENAS O AMBIENTE DE TRABALHO</b>					
Tamanho dos ambientes	0,00%	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%
Distribuição dos espaços	0,00%	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%
Iluminação	0,00%	0,00%	71,43%	28,57%	0,00%
Sanitários	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%	0,00%
Conforto térmico	0,00%	28,57%	71,43%	0,00%	0,00%
Ruídos internos	0,00%	14,29%	42,86%	42,86%	0,00%
Ruídos externos	0,00%	0,00%	28,57%	71,43%	0,00%
Serviços	0,00%	14,29%	0,00%	85,71%	0,00%
Conceito global	0,00%	0,00%	57,14%	42,86%	0,00%

Obs.: requisitos em destaque (amarelo) representam os pontos mais problemáticos (desempenho insatisfatório).

Tabela 5.2 - Avaliação de desempenho do Edifício II - Opinião do usuário.

Requisito avaliado pelo usuário	Péssimo	Ruim	Bom	Ótimo	Sem
	0,0 a 2,5	2,5 a 5,0	5,0 a 7,5	7,5 a 10,0	Resposta
<b>CONSIDERANDO O EDIFÍCIO COMO UM TODO</b>					
Conforto Térmico	0,00%	21,43%	64,29%	14,29%	0,00%
Conforto Acústico	0,00%	35,71%	50,00%	14,29%	0,00%
Condições de Iluminação	0,00%	7,14%	71,43%	21,43%	0,00%
Instalações hidro-sanitárias	0,00%	35,71%	42,86%	21,43%	0,00%
Distribuição dos espaços	0,00%	21,43%	57,14%	21,43%	0,00%
Corredores	0,00%	7,14%	64,29%	28,57%	0,00%
Escadas	0,00%	7,14%	50,00%	42,86%	0,00%
Elevadores	0,00%	7,14%	64,29%	28,57%	0,00%
Sinalização interna	0,00%	35,71%	50,00%	14,29%	0,00%
Sinalização externa	0,00%	28,57%	64,29%	7,14%	0,00%
Segurança contra fogo	0,00%	0,00%	57,14%	42,86%	0,00%
Segurança contra acidentes	0,00%	0,00%	71,43%	28,57%	0,00%
Adaptação para deficientes	0,00%	28,57%	57,14%	14,29%	0,00%
Aparência externa	0,00%	0,00%	21,43%	78,57%	0,00%
Infra-estrutura de serviços	7,14%	28,57%	50,00%	14,29%	0,00%
Conceito global	0,00%	7,14%	71,43%	0,00%	21,43%
<b>CONSIDERANDO APENAS O AMBIENTE DE TRABALHO</b>					
Tamanho dos ambientes	7,14%	7,14%	78,57%	7,14%	0,00%
Distribuição dos espaços	7,14%	21,43%	57,14%	14,29%	0,00%
Iluminação	0,00%	21,43%	57,14%	21,43%	0,00%
Sanitários	7,14%	57,14%	14,29%	21,43%	0,00%
Conforto térmico	7,14%	21,43%	64,29%	7,14%	0,00%
Ruídos internos	0,00%	57,14%	42,86%	0,00%	0,00%
Ruídos externos	0,00%	7,14%	50,00%	35,71%	7,14%
Serviços	0,00%	7,14%	71,43%	21,43%	0,00%
Conceito global	0,00%	7,14%	78,57%	14,29%	0,00%

Obs.: requisitos em destaque (amarelo) representam os pontos mais problemáticos (desempenho insatisfatório).

Cabe esclarecer que os *requisitos com desempenho insatisfatório* foram *arbitrados* como sendo aqueles cuja soma dos percentuais de notas *Péssimo* e *Ruim* foi maior ou igual a 10%.<sup>1</sup>

No caso do Edifício I, a maior parte dos usuários (71,43%) está satisfeita com o empreendimento, classificando-o como *BOM*. Contudo, os requisitos relacionados ao conforto térmico, instalações hidro-sanitárias, escadas, adaptação ao uso por deficientes e infraestrutura de serviços despontam como itens insatisfatórios. Com relação ao ambiente de trabalho, além desses aspectos, a influência dos ruídos internos e externos ao prédio também é apontada pelos entrevistados como pontos problemáticos.

No caso do Edifício II, coincidentemente, o mesmo percentual de usuários (71,43%) classifica o empreendimento como *BOM*. Mas, os requisitos relacionados ao conforto térmico e acústico, instalações sanitárias, distribuição dos espaços, sinalização, adaptação ao uso e infraestrutura de serviços apresentam-se problemáticos, tanto no ambiente de trabalho como no edifício como um todo.

Nos Quadros 5.2 e 5.3 apresentam-se, respectivamente, as informações obtidas no levantamento técnico dos Edifícios I e II. Destacam-se no Edifício I, os itens relacionados ao conforto térmico, à manutenção, à adaptação ao uso, à flexibilidade e à eficiência na utilização de recursos. Observam-se várias incompatibilidades entre os materiais utilizados nos revestimentos e fechamentos com as condições de uso e operação do edifício, tais como garagens e casa de máquinas/bombas. Estas falhas podem ser devido à ausência de um especialista em materiais/processos construtivos na equipe de projetos, capaz de orientar a seleção dos materiais e componentes empregados nos empreendimentos.

Destacam-se, ainda, os problemas na distribuição do ar condicionado, onde o controle da temperatura e o dimensionamento são deficientes, e a adaptação do edifício a condições específicas de utilização, tais como uso por deficientes ou funcionamento de equipamentos e sistemas. Aparentemente, estes problemas estão relacionados à falta de flexibilidade das instalações prediais como um todo, que impossibilita adaptações eventualmente necessárias.

Outro ponto que merece destaque refere-se à eficiência na utilização de recursos. Observa-se que não foram utilizados equipamentos que favorecessem o uso racional da água, tais como torneiras e bacias sanitárias. As perdas de água podem ser observadas, inclusive no sistema de ar condicionado. Possivelmente, estes problemas têm origem nas etapas de concepção e/ou

---

<sup>1</sup> Este percentual foi definido a partir de observações da pesquisadora durante o levantamento técnico, entrevistas e aplicação dos questionários junto aos usuários do Edifício III.

escolha de tecnologias, onde, aparentemente não, houve preocupações com a *eficiência energética* do empreendimento.

Quadro 5.2 - Pontos importantes observados no levantamento técnico do Edifício I.

<b>CONFORTO TÉRMICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a maioria das reclamações dos usuários está relacionada ao conforto térmico dos ambientes internos;</li> <li>▪ o dimensionamento do sistema de ar condicionado teve que ser revisto, pois revelou-se insuficiente após a ocupação de todas as salas do edifício;</li> <li>▪ o edifício possui ar condicionado central e foi projetado para que os ambientes internos fossem divididos com divisórias baixas, favorecendo a distribuição do ar em todos os ambientes. No entanto, observou-se o uso de divisórias até o teto, com dutos alternativos, instalados para a redistribuir o ar.</li> </ul>
<b>ADAPTAÇÃO AO USO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ com exceção dos acessos principais, corredores e elevadores, o edifício não está adaptado para o acesso e circulação de deficientes físicos;</li> <li>▪ um sistema de exaustão teve que ser instalado na casa de bombas (só havia sistema de ventilação) para possibilitar a circulação do ar, sem a qual havia aumento de temperatura e comprometimento do funcionamento de alguns equipamentos;</li> <li>▪ os revestimentos de piso e paredes das casas de máquinas e de bombas tiveram que ser substituídos porque o funcionamento dos equipamentos instalados nestes ambientes gerava correntes de ar que suspendiam a poeira existente no local.</li> </ul>
<b>MANUTENÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ por causa da ineficiência do sistema de drenagem existente na garagem, cerca de R\$ 4mil/ano eram gastos com serviços de limpeza, para evitar alagamentos no local;</li> <li>▪ o circuito fechado de TV instalado nos elevadores apresenta problemas de funcionamento, mas não vem recebendo manutenção porque o fornecedor não disponibiliza serviços de assistência técnica;</li> <li>▪ a manutenção de quatro floreiras custa o dobro do valor gasto com os demais serviços de jardinagem do edifício. Isto ocorre porque o acesso a estas floreiras é complexo e perigoso, sendo necessária a contratação de empresa especializada em manutenção de fachadas para a realização de serviços limpeza e manutenção.</li> </ul>
<b>EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a administração do edifício estava estudando uma forma de reduzir as perdas de água no sistema de resfriamento de ar, que se davam por evaporação. Estas perdas foram avaliadas em cerca de 6000 litros de água por dia;</li> <li>▪ também estavam em estudo sistemas alternativos para vasos sanitários, já que o atual (com válvulas) consome cerca de 36 litros de água/descarga. Estudava-se a viabilidade de substituir o sistema de descarga de todos os vasos do edifício por alternativas, que consumiam entre 1,5 e 6,0 litros de água por descarga.</li> </ul>
<b>OPERAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO PREDIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ apenas um funcionário do condomínio havia recebido treinamento para operar o sistema de gerenciamento predial existente. Em sua ausência, um auxiliar fazia o monitoramento do sistema contatando o operador principal em caso de problemas;</li> <li>▪ apesar do sistema de gerenciamento predial oferecer recursos para controle de reclamações feitas pelos usuários, este não era realizado. A justificativa foi a falta de conhecimento sobre o sistema.</li> </ul>

Já no caso do Edifício II, além dos mesmos problemas observados no Edifício I, salientam-se, também, as incompatibilidades entre produtos importados, tais como os sistemas de gerenciamento predial e alguns equipamentos com vários produtos nacionais como, por exemplo, sensores, detectores e outros componentes dos sistemas de iluminação, alarme, incêndio, elevadores, vigilância. Ressalta-se que este tipo de problema prejudica diretamente

outros aspectos do desempenho do edifício, tais como a manutenção e a administração dos recursos do empreendimento.

Quadro 5.3 - Pontos importantes observados no levantamento técnico do Edifício II.

<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a região não possui comércio local, restringindo as atividades dos usuários à infraestrutura oferecida pelo edifício (uma lanchonete e um restaurante).</li> </ul>
<b>CONFORTO ACÚSTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ embora não tenham sido realizadas medições dos níveis de ruídos do edifício, a interferência de ruídos externos nos ambientes internos era incômoda;</li> <li>▪ em ambientes de uso restrito como salas de máquinas, por exemplo, os funcionários eram obrigados a usar protetores auriculares para evitar perda de audição. Em ambientes de uso comum como garagens e escadas, os usuários precisavam aumentar o tom de voz para possibilitar a comunicação.</li> </ul>
<b>MANUTENÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a realização dos serviços de manutenção não segue qualquer rotina ou procedimento pré-definido e está restrita à manutenção corretiva.</li> </ul>
<b>ADAPTAÇÃO AO USO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a maioria das reclamações feitas pelos usuários está relacionada com os sistemas elétrico, de alarme e de incêndio, bem como com adaptação dos ambientes. São comuns as solicitações de remanejamento de pontos de energia e luz;</li> <li>▪ com exceção dos acessos principais, corredores e elevadores, o edifício não está adaptado para o acesso e circulação de deficientes físicos;</li> <li>▪ a sinalização interna é confusa e deficiente e é agravada pelas freqüentes mudanças na ocupação das salas pelos usuários;</li> <li>▪ o edifício foi projetado para ser utilizado por várias empresas, mas, atualmente, é ocupado por uma única empresa, dividida em departamentos, o que gera freqüentes necessidades de adaptações das instalações prediais.</li> </ul>
<b>OPERAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO PREDIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ o sistema de gerenciamento predial é subutilizado por desconhecimento acerca de sua operação. É utilizado, apenas, para o monitoramento de alguns sistemas como o ar condicionado e o abastecimento de água;</li> <li>▪ a subutilização do sistema de gerenciamento predial foi justificada pela falta de pessoal treinado para a função e pela falta de assistência técnica por parte do fornecedor;</li> <li>▪ a empresa responsável pela administração do edifício havia assumido seu controle há mais de quatro meses e não recebera nenhum manual ou outro documento com informações sobre seu funcionamento;</li> <li>▪ também não estava disponível nenhum tipo de procedimento para manutenções ou mesmo os projetos <i>as built</i> do empreendimento.</li> </ul>

De modo geral, a maioria dos problemas observados nos dois edifícios está relacionada às primeiras etapas do processo de projeto, quais sejam, a etapa de *concepção*, onde, aparentemente, não foram definidos os objetivos do empreendimento, e a etapa de *escolha de tecnologias*, que inclui a seleção e especificação dos materiais, componentes, equipamentos e sistemas empregados nos edifícios. Contudo, considerando que nos casos estudados as equipes de projeto contavam com a participação de fornecedores e consultores especializados em tecnologia, é possível que estes problemas tenham ocorrido por fatores circunstanciais, entre os quais podem ser citados:

- desconhecimento ou conhecimento insuficiente acerca dos produtos utilizados;

- opção equivocada e/ou arriscada por sistemas e equipamentos importados, sem condições conhecidas ou adequadas para manutenção, expansões ou adaptações;
- falhas nas atividades de compatibilização e/ou coordenação dos projetos;
- deficiências nas especificações dos produtos;
- falhas no processo de compra dos produtos/contratação de serviços de execução e/ou assistência técnica. No caso dos sistemas de gerenciamento predial, por exemplo, não foram garantidas a prestação de serviços de assistência técnica pós-entrega e a reposição de peças a preços competitivos;
- circunstâncias econômicas e mercadológicas, que podem causar a indisponibilidade de peças para reposição e de serviços de manutenção especializados para alguns produtos.

### **5.2.2 Estudos de caso em Vitória/ES**

Inicialmente, foram elaboradas as fichas técnicas de todos os empreendimentos com as descrições de suas principais características. As fichas técnicas dos Edifícios III, IV, V e VI estão apresentados nos ANEXOS 5.3 a 5.6, respectivamente.

Da mesma forma que no diagnóstico preliminar, os resultados obtidos nos estudos de caso estão divididos em duas partes: o processo de projeto dos quatro edifícios pesquisados e o desempenho de um dos edifícios, ou seja, o Edifício III.

#### **5.2.2.1 O processo de projeto dos quatro edifícios pesquisados**

A partir das entrevistas realizadas com os projetistas, fornecedores, construtores e administradores de condomínio dos Edifícios III, IV, V e VI, foram obtidas informações bastante relevantes que revelaram a existência de uma *cultura local* de projeto, com características semelhantes para todos os empreendimentos estudados, conforme exposto nos itens "a" a "e".

##### **a) Metodologia de projeto**

Em nenhum dos casos foi observada a existência de metodologias de projeto claramente definidas, conforme pode ser observado no Quadro 5.4.

Destaca-se que o tempo de duração do projeto não é claramente definido, assim como também não são definidos os momentos de início e fim de cada etapa. Em geral, estas características variam de acordo com a complexidade do empreendimento e com a taxa de *injeção de capital*. Em alguns casos, o processo de projeto estende-se às etapas de execução. Em outros

há, apenas, a participação esporádica de alguns projetistas na obra para resolução de problemas específicos, tais como dúvidas e/ou incompatibilidades nos projetos.

O fato das atividades de projeto serem desenvolvidas de forma isolada indica que o projeto não é visto como parte do processo de produção dos empreendimentos. Em alguns casos, não há a definição de um coordenador para o processo de projeto. Em outros, nos quais define-se um coordenador, esse não está ciente de suas atribuições e/ou não tem sua autoridade reconhecida pelos demais integrantes da equipe de projetos. Não há, também, uma sistemática de comunicação eficiente entre os projetistas e entre a equipe de projetos e os demais responsáveis pelo processo de produção.

Estes fatores desfavorecem o gerenciamento das etapas de projeto e, conseqüentemente, a integração do projeto com as demais fases do edifício (MELHADO, 1994; NOVAES & FRANCO, 1997). Em última análise, estas deficiências comprometem o desempenho do empreendimento.

Quadro 5.4 - A metodologia do processo de projeto nos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES.

PROCESSO DE PROJETO: METODOLOGIA		EDIFÍCIO			
		III	IV	V	VI
Havia um coordenador para o processo de projeto?					
Construtora				✓	✓
Não definido		✓	✓		
Havia uma sistemática de comunicação?					
Reuniões esporádicas (somente quando surgem problemas)			✓	✓	✓
Não definida		✓			
PROCESSO DE PROJETO: METODOLOGIA					
Outros aspectos relevantes do processo de projeto adotado nos empreendimentos pesquisados:					
<b>EDIFÍCIO III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ os projetos foram desenvolvidos de forma isolada, por cada projetista, a partir de orientações repassadas pela construtora.</li> </ul>				
<b>EDIFÍCIO IV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a construtora encarregou-se da compatibilização dos projetos, mas este procedimento é realizado de forma isolada, por um arquiteto da construtora e consiste, apenas, na sobreposição de projetos para observação de interferências entre tubulações e elementos estruturais, entre outras. Eventuais incompatibilidades vêm sendo resolvidas de forma isolada entre a construtora e o projetista diretamente envolvido;</li> <li>▪ os projetos são desenvolvidos à medida que são necessários nas etapas de execução, segundo um cronograma definido pela construtora, em função do andamento da obra.</li> </ul>				
<b>EDIFÍCIOS V e VI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a construtora vem encarregando-se da compatibilização dos projetos, que é realizada de forma isolada por um representante da empresa e pelos projetistas diretamente envolvidos;</li> <li>▪ os projetos são desenvolvidos à medida em que são necessários nas etapas de execução, segundo um cronograma definido pela construtora, em função do andamento da obra;</li> <li>▪ a participação de fornecedores ocorre de forma eventual, somente diante de impasses entre os projetistas;</li> <li>▪ foi observado o envolvimento constante de profissionais da equipe de execução e da empresa que irá administrar o empreendimento.</li> </ul>				

Observa-se, também, que o empreendedor determina quais agentes participam da equipe de projetos, bem como o nível de envolvimento de cada profissional nas etapas de realização do empreendimento. Não há uma definição dos recursos mínimos necessários para o desenvolvimento dos projetos. Em geral, a composição e o comprometimento da equipe de projetos é determinada por fatores financeiros. Desta forma, a qualidade do processo de projeto e do projeto dependem, exclusivamente, da visão do empreendedor acerca do empreendimento. Entre as principais conseqüências desta prática estão a inadequação dos projetos às necessidades da obra e a má qualidade final da edificação (NOVAES & FRANCO, 1997; CONDE, 2001).

### b) Concepção do empreendimento

Em geral, a concepção do empreendimento não leva em conta a investigação do perfil do usuário potencial, suas necessidades e expectativas, conforme exposto no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 - A concepção dos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES.

PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: CONCEPÇÃO	EDIFÍCIO			
	III	IV	V	VI
A definição das características da edificação foi baseada:				
Na intuição e experiência do empreendedor e do arquiteto		✓		
Na opinião de corretores de imóveis e/ou administradores de imóveis	✓ <sup>1</sup>	✓ <sup>2</sup>		
Em diretrizes preestabelecidas pela administradora do empreendimento			✓ <sup>3</sup>	✓ <sup>2,3</sup>
<p><sup>1</sup> A construtora realizou pesquisa para observar a aceitação do produto junto ao público potencial. Os resultados obtidos foram utilizados, apenas, como confirmação da viabilidade do negócio, mas as características do empreendimento já haviam sido definidas;</p> <p><sup>2</sup> Após a definição das principais características do empreendimento, a construtora realizou uma pesquisa para verificar a aceitação do produto no mercado;</p> <p><sup>3</sup> As características do empreendimento foram definidas pela empresa que irá administrá-lo. Esta definição foi baseada em experiências anteriores com este tipo de empreendimento em outras cidades, não havendo adaptações para sua implantação na região em questão.</p>				

Observa-se que os profissionais de projeto, equipes de execução, consultores ou fornecedores de tecnologia, entre outros agentes intervenientes, também não participaram da idealização do produto. Aparentemente, a prioridade é produzir produtos fáceis de comercializar. Mas, o empreendedor deveria levar em conta que a comercialização dos empreendimentos se dá mais rapidamente se o consumidor puder comprar produtos que atendam melhor às suas necessidades e expectativas (SECOVI, 2000).

### c) Escolha de tecnologias

No Quadro 5.6, observa-se como foram definidos os recursos tecnológicos dos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES. Ressalta-se que, no caso do Edifícios III, a escolha de tecnologias baseou-se apenas na experiência da construtora (que, neste caso,

também era o agente promotor). Os projetistas envolvidos limitaram-se a incorporar aos projetos, os recursos escolhidos. Somente alguns itens relacionados à estética do edifício e ao conforto do usuário foram propostos pelo arquiteto, sendo aprovados pela construtora antes do desenvolvimento dos projetos.

Já no caso do Edifício IV, a escolha de tecnologias foi baseada na experiência da construtora, que, também neste caso, é o agente promotor, com a participação do arquiteto e de alguns fornecedores. Nos Edifícios V e VI, esta atividade contou com orientações das empresas que administrarão os respectivos empreendimentos.

Quadro 5.6 - A definição dos recursos tecnológicos dos quatro edifícios pesquisados na cidade Vitória/ES.

PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: ESCOLHA DE TECNOLOGIAS	EDIFÍCIO			
	III	IV	V	VI
Agentes que participaram da avaliação das tecnologias implementadas:				
Empreendedor	✓	✓	✓	✓
Fornecedores		✓		
Projetistas	✓	✓	✓	
Construtora	✓	✓	✓	✓
Critérios considerados na definição dos recursos tecnológicos do edifício:				
Economia na operação e manutenção	✓		✓	✓
Economia no custo da obra	✓	✓	✓	✓
Relação custo/benefício			✓	✓
Custo da solução (independente dos benefícios oferecidos por ela)	✓	✓		
Marketing (imagem inovadora ao empreendimento)	✓	✓	✓	✓
Aspectos observados na avaliação das tecnologias implementadas: <sup>1</sup>				
Facilidades de manutenção	✓	✓	✓	✓
Racionalização da utilização de recursos humanos			✓	✓
Racionalização da utilização de água		✓		
Racionalização da utilização de energia	✓	✓	✓	✓
Construtibilidade	✓			✓

<sup>1</sup> Esta avaliação foi realizada pelos projetistas, sendo que aspectos como facilidades de operação ou reposição, impacto ambiental e reciclagem não foram citados espontaneamente, como preocupação na escolha de tecnologias.

A escolha dos recursos do empreendimento, em geral, obedece mais ao apelo comercial do que a aspectos como relação custo/benefício, construtibilidade, facilidades e economia na operação e manutenção. Esta prática não garante a qualidade do produto e a satisfação do usuário e, em última análise, o sucesso do empreendimento. As soluções adotadas deveriam atender às necessidades, não só do usuário, mas também dos clientes internos do processo de projeto, tais como construtores, projetistas e fornecedores (FRANCO & AGOPYAN, 1993; MELHADO, 1994; SILVA, 1995; SOUZA et al., 1995).

Ressalta-se que os aspectos da construção sustentável, tais como a racionalização dos consumos de água e energia ou dos materiais de construção, não foram observados nas etapas de concepção. Este fato, além de contribuir para a diminuição das reservas dos recursos não-renováveis do planeta, pode, no futuro, com a conscientização do consumidor, comprometer a imagem dos responsáveis pela produção do edifício (CIB, 2000; SECOVI, 2000).

Salienta-se, ainda, a ausência de alguns agentes importantes na definição das características e dos recursos do empreendimento, tais como, fornecedores, projetistas de instalações e sistemas prediais, especialistas em materiais/processos construtivos e consultores especializados.

Cabe lembrar que muitos dos recursos comumente implantados neste tipo de empreendimento consistem em *inovações tecnológicas* e o desconhecimento acerca de algumas de suas características pode resultar em incompatibilidades, mau funcionamento, obsolescência prematura, subutilização, entre outros problemas de desempenho (SABATINI, 1999).

#### **d) Desenvolvimento e compatibilização dos projetos**

Somente no caso do Edifício III não foram realizadas atividades de compatibilização. Os projetos foram desenvolvidos isoladamente, pelos respectivos projetistas, sendo apenas *analisados* pela construtora. As incompatibilidades foram resolvidas quando detectadas durante a execução. Neste caso, apenas os projetistas diretamente envolvidos reuniam-se para a resolução das incompatibilidades detectadas.

De modo geral, as atividades de compatibilização foram realizadas simultaneamente à elaboração dos projetos. Contudo, conforme pode ser observado no Quadro 5.7, nem todos os profissionais da equipe de projetos participaram das atividades de compatibilização.

Quadro 5.7 - As etapas de desenvolvimento de projetos dos quatro empreendimentos pesquisados em Vitória/ES.

<b>PROCESSO DE PROJETO - ETAPA: DESENVOLVIMENTO/COMPATIBILIZAÇÃO</b>	<b>EDIFÍCIO</b>			
	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Agentes que participaram do desenvolvimento dos projetos:				
Empreendedor	✓	✓	✓	
Fornecedores		✓		
Projetistas	✓	✓	✓	✓
Construtora	✓	✓	✓	✓
Agentes que participaram da compatibilização dos projetos:	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Fornecedores			✓	✓
Construtora		✓	✓	✓
Arquiteto			✓	
Projetistas de estruturas			✓	✓
Projetistas de instalações			✓	✓

Vale salientar a ineficiência da *compatibilização de projetos* nos edifícios pesquisados. Observou-se que, quando realizada, esta atividade consiste apenas na superposição de plantas para a identificação de interferências de natureza física, tais como incompatibilidades entre tubulações e elementos estruturais, por exemplo. Destacou-se, também, o desenvolvimento dos projetos de forma isolada, onde cada projetista responsabiliza-se, apenas, pelo seu projeto, sem observar a integração entre seu trabalho e as demais atividades da equipe.

Cabe lembrar que a falta de integração entre os responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos inviabiliza sua análise crítica e, como resultado, os projetos, acabam, em geral, não atendendo às necessidades de seus principais clientes: as equipes de execução (VANNI et al., 1998).

#### e) Acompanhamento da fase de execução/retroalimentação do processo de projeto

Durante a realização destes estudos de caso, os Edifícios IV, V e VI encontravam-se na fase de projeto e/ou nas primeiras etapas da execução (sondagens, locação da obra ou fundação). Contudo, mesmo no caso de Edifício III, que já encontrava-se em fase de uso/operação, observou-se que a equipe de projeto não participou ativamente das demais fases do empreendimento, conforme pode ser observado no Quadro 5.8.

Quadro 5.8 - O acompanhamento da execução dos quatro empreendimentos pesquisados em Vitória/ES.

PROCESSO DE PROJETO ETAPA: ACOMPANHAMENTO DA FASE DE EXECUÇÃO	
EDIFÍCIO III	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não houve a participação ativa dos projetistas e fornecedores nas etapas de execução. Estes profissionais foram chamados pela construtora apenas para resolver problemas específicos, tais como interferências entre projetos.</li> </ul>
EDIFÍCIOS IV, V e VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Até o momento, projetistas e fornecedores têm ido à obra apenas quando surgem problemas e interferências entre projetos.</li> </ul>

Segundo relatos dos entrevistados, o trabalho das equipes de projeto não é visto pelo empreendedor como uma necessidade ou um investimento, mas sim como uma *despesa*.

De fato, no Brasil, é comum o agente promotor dispensar o trabalho dos profissionais de projeto, bem como de consultores e outros profissionais importantes para o bom andamento da obra, com a intenção de *baratear* os custos do empreendimento. Muitos, inclusive, optam por contratar projetos simplificados, incompletos, com o menor preço possível. Mas, é importante lembrar que cada um desses profissionais tem o seu papel na garantia do sucesso do empreendimento (SAYEGH, 2002).

Quanto à retroalimentação do processo de projeto, em nenhum dos casos esta prática foi observada. Nem mesmo no Edifício III (já em fase de uso/operação), não é feito qualquer tipo

de monitoramento ou avaliação das condições pós-ocupação do edifício. Desta forma, uma importante ferramenta para melhorar a qualidade e a eficiência, não só do projeto mas também do empreendimento, deixa de ser utilizada, já que a falta de integração entre os projetistas e entre estes e as demais fases do empreendimento inviabiliza a retroalimentação do processo de projeto (REIS, 1998).

### 5.2.2.2 O desempenho do Edifício III

Entre os quatro empreendimentos pesquisados na cidade de Vitória, somente o Edifício III encontrava-se em fase de uso/operação, possibilitando a Avaliação Pós-Ocupação (APO). Os dados obtidas na APO foram coletados de duas formas independentes: uma *pesquisa junto aos usuários* e um *levantamento técnico* realizado pela pesquisadora, conforme exposto, respectivamente, nos itens "a" e "b".

#### a) Pesquisa junto aos usuários

Na Tabela 5.3, podem ser observados os percentuais dos conceitos (*Péssimo*, *Ruim*, *Bom* ou *Ótimo*) atribuídos ao Edifício III pelos 110 usuários que responderam à pesquisa de opinião.

Tabela 5.3 - Percentuais de respostas de todos os respondentes.

Requisito avaliado pelo usuário	Péssimo	Ruim	Bom	Ótimo	Sem
	0,0 a 2,5	2,5 a 5,0	5,0 a 7,5	7,5 a 10,0	Resposta
<b>CONSIDERANDO O EDIFÍCIO COMO UM TODO</b>					
Conforto Térmico	0,90	17,40	60,60	21,10	0,01
Conforto Acústico	0,90	11,20	57,90	29,90	0,03
Condições de Iluminação	2,70	13,60	54,50	29,10	0,00
Instalações hidro-sanitárias	0,00	5,10	57,10	37,80	0,11
Distribuição dos espaços	0,00	2,80	58,70	38,50	0,01
Corredores	0,00	1,80	48,20	50,00	0,00
Escadas	4,30	5,40	58,10	32,30	0,15
Elevadores	0,90	9,10	41,80	48,20	0,00
Sinalização interna	6,70	13,30	47,60	32,40	0,05
Sinalização externa	2,80	12,00	55,60	29,60	0,02
Segurança contra fogo	1,10	7,50	55,90	35,50	0,15
Segurança contra acidentes	1,10	4,40	64,40	30,00	0,18
Adaptação para deficientes	3,10	16,30	46,90	33,70	0,11
Aparência externa	0,00	2,80	33,30	63,90	0,02
Infra-estrutura de serviços	12,30	19,80	42,50	25,50	0,04
Conceito global	0,90	1,80	58,70	38,50	0,01
<b>CONSIDERANDO APENAS O AMBIENTE DE TRABALHO</b>					
Tamanho dos ambientes	0,00	4,00	45,50	50,50	0,10
Distribuição dos espaços	1,00	4,00	43,40	51,50	0,10
Iluminação	0,00	3,00	47,50	49,50	0,10
Sanitários	4,00	13,10	49,50	33,30	0,10
Conforto térmico	5,10	21,20	47,50	26,30	0,10
Ruídos internos	1,00	14,30	45,90	38,80	0,11
Ruídos externos	5,10	21,40	40,80	32,70	0,11
Serviços	7,20	14,40	42,30	36,10	0,12
Conceito global	0,00	4,00	49,50	46,50	0,10

Obs.:1) os percentuais em destaque (amarelo) referem-se aos requisitos com *desempenho insatisfatório* e foram *arbitrados* como sendo aqueles cuja soma dos percentuais de notas *Péssimo* e *Ruim* foi  $\geq 10\%$ . Este percentual foi definido a partir de observações da pesquisadora durante o levantamento técnico, entrevistas e aplicação dos questionários junto aos usuários do Edifício III.

2) no tratamento estatístico, os requisitos citados no questionário foram tratados como variáveis denominadas V1, V2, V3...V25.

Observa-se que, a maioria dos usuários, ou seja 58,7%, conceitua o empreendimento como *BOM* e, de modo geral, estão satisfeitos com seu ambiente de trabalho, classificando-o como *BOM* (49,5% dos usuários) ou *ÓTIMO* (46,5% dos usuários).

Contudo, vários itens receberam conceitos *PÉSSIMO* e/ou *RUIM*, sugerindo a necessidade de se analisar mais detalhadamente a opinião de cada usuário, sobre cada aspecto avaliado. Para tanto, foram realizadas análises descritiva, inferencial e fatorial das respostas obtidas, conforme exposto no ANEXO 5.7.

A partir da estatística descritiva, foram calculadas as médias de cada requisito, para cada tipo de usuário, ou seja, os *Locatários*, *Proprietários*, *Funcionários do Condomínio*, *Visitantes* e do conjunto de *Todos os Usuários*, conforme pode ser observado na Tabela T.2 e nas Figuras F.1 a F.5 do ANEXO 5.7.

Através da análise inferencial das médias e desvios-padrão de cada tipo de usuário (Tabela T.3 do ANEXO 5.7), observou-se a existência de diferenças significativas entre as respostas dos cinco<sup>2</sup> grupos estudados, para os requisitos representados pelas variáveis V1, V4, V7, V11 V21. Por esta razão, optou-se por tratar as avaliações de cada grupo separadamente, a fim de tornar mais abrangente o tratamento dos pontos problemáticos do empreendimento.

Observa-se que alguns itens, tais como *escadas* e *segurança contra acidentes*, por exemplo, obtiveram, em média, notas menores na opinião de alguns usuários, mas não representam problemas para os demais. Este fato reforça a idéia de que cada tipo de usuário possui necessidades e expectativas diferentes em relação ao empreendimento, conforme citado por SOUZA et al. (1995) e SECOVI (2000), além de outros autores.

Observa-se que os *Proprietários*, por exemplo, em geral, são os mais insatisfeitos com o Edifício III. Isto ocorre, possivelmente, porque eles possuem *expectativas* em relação ao retorno dos investimentos financeiros realizados no empreendimento, além de suas *necessidades* como usuários, uma vez que também utilizam o empreendimento como ambiente de trabalho (SECOVI, 2000).

Desta forma, no Quadro 5.9, apresenta-se um *somatório* de todos os requisitos que receberam avaliações insatisfatórias na opinião dos diversos tipos de usuários<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Locatários, Proprietários, Funcionários do Condomínio, Visitantes e do conjunto de Todos os Usuários.

<sup>3</sup> Observar a coluna *Resumo*.

As causas para estes problemas de desempenho podem estar relacionadas a vários fatores, entre os quais salienta-se o desconhecimento das *necessidades* e *expectativas* dos usuários deste empreendimento, conforme observado no processo de projeto.

Portanto, os problemas de desempenho apontados pelos usuários estão relacionados, em princípio, com os dados de entrada do projeto. Mas, o simples conhecimento das necessidades dos usuários não poderia, por si só, garantir o desempenho adequado do edifício.

Certamente, outras deficiências, como a falta de integração entre o projeto e a execução e a falta de compatibilização, contribuíram para ocorrência destes problemas.

Quadro 5.9 - Requisitos com desempenho insatisfatório na opinião dos usuários do Edifício III.

Requisito avaliado	Locatário	Proprietário	Funcionário condomínio	Visitante	Resumo
<b>CONSIDERANDO O EDIFÍCIO COMO UM TODO</b>					
Conforto térmico	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>		<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Conforto acústico		<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>		
Condições de Iluminação			<i>insatisfatório</i>		
Instalações hidro-sanitárias	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>			<i>insatisfatório</i>
Distribuição dos espaços					
Corredores					
Escadas	<i>insatisfatório</i>		<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Elevadores			<i>insatisfatório</i>		
Sinalização interna	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>		<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Sinalização externa				<i>insatisfatório</i>	
Segurança contra fogo	<i>insatisfatório</i>			<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Segurança contra acidentes	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Adaptação para deficientes	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Aparência externa					
Infra-estrutura de serviços	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
<b>CONSIDERANDO SOMENTE O AMBIENTE DE TRABALHO</b>					
Tamanho dos ambientes			<i>insatisfatório</i>		
Distribuição dos espaços					
Iluminação		<i>insatisfatório</i>			
Sanitários	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>		<i>insatisfatório</i>
Conforto térmico	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>			<i>insatisfatório</i>
Ruídos internos		<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>		<i>insatisfatório</i>
Ruídos externos	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>
Serviços	<i>insatisfatório</i>	<i>insatisfatório</i>			<i>insatisfatório</i>

Entre os itens com desempenho insatisfatório, destacam-se aqueles relacionados ao *conforto*, *adaptação ao uso* e *segurança*, que, em geral, refletem as maiores preocupações dos usuários, conforme exposto na análise fatorial (ver ANEXO 5.7).

Ressalta-se que todos os requisitos indicados na coluna "Resumo" do Quadro 5.9 devem ser tratados na proposição de recomendações de projeto, buscando atender, da forma mais abrangente possível, às necessidades de todos os usuários do empreendimento.

### b) Levantamento técnico

A seguir, apresentam-se os resultados do levantamento técnico realizado pela pesquisadora no Edifício III. Estes dados foram coletados com o auxílio de uma ficha específica para este fim (ANEXO 4.5), conforme exposto no item 4.4.2.2. Contudo, para efeitos de apresentação, os resultados foram dispostos no Quadro 5.10.

Ressalta-se, mais uma vez, que estas informações são de cunho *qualitativo*, tendo sido obtidas a partir de observações e questionamentos feitos aos responsáveis pela administração do empreendimento.

Vale lembrar que não foram realizados ensaios, medições ou monitoramentos de qualquer tipo.

Quadro 5.10 - Levantamento técnico: problemas de desempenho do Edifício III.

REQUISITOS A SEREM AVALIADOS	OBSERVAÇÕES
<b>SEGURANÇA ESTRUTURAL</b> (resistência mecânica, a impactos, ações acidentais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não foram observadas anormalidades.</li> </ul>
<b>SEGURANÇA AO FOGO</b> (influência ao risco de início e propagação de incêndios; elementos de segurança para casos de incêndios, tais como sistemas de alarme e extinção de focos de fogo; condições para evacuações em tempos eficientes e para redução de efeitos da fumaça e calor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ conta com extintores e <i>splinkers</i> nas áreas comuns, mas não no interior das salas;</li> <li>▪ sinalização interna deficiente, podendo comprometer procedimentos de evacuação do local;</li> <li>▪ não possui escadas pressurizadas e nem condições especiais para deficientes em caso de pânico.</li> </ul>
<b>SEGURANÇA DE UTILIZAÇÃO</b> (segurança no uso e operação dos equipamentos; segurança contra intrusões (pessoas e animais) nas áreas comuns e de movimentação/circulação).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ possui somente uma portaria, sem qualquer monitoramento ou controle de acesso;</li> <li>▪ as garagens têm acesso direto aos elevadores e escadas, que levam usuários e visitantes a quaisquer dependências do edifício, sem qualquer identificação prévia.</li> </ul>
<b>HABILABILIDADE</b> (estanqueidade em relação a gases, líquidos, sólidos, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não foram observadas anormalidades.</li> </ul>
<b>HIGIENE</b> (condições para higiene pessoal e dos ambientes, abastecimento de água e remoção de resíduos, limitações na emissão de contaminantes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ há sanitários em quantidade suficiente;</li> <li>▪ conta com recipientes para coleta, distribuídos nos andares, onde o usuário deposita o lixo produzido. Uma equipe de limpeza faz a remoção e transporte do lixo até as caixas de coleta da rede pública, em horários preestabelecidos.</li> </ul>
<b>CONFORTO ANTROPODINÂMICO</b> (ergonomia, vibrações, esforços do vento ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ embora o empreendimento esteja situado numa região de tráfego intenso, não foram observadas anormalidades.</li> </ul>
<b>CONFORTO TÁTIL</b> (rugosidade, umidade, temperatura, eliminação/redução de cargas de eletricidade estática nas superfícies, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ os acabamentos são predominantemente, com materiais lisos, em cores claras, favorecendo a iluminação e produzindo uma sensação de limpeza constante.</li> </ul>

Quadro 5.10 - Levantamento técnico: problemas de desempenho do Edifício III. (continuação)

REQUISITOS A SEREM AVALIADOS	OBSERVAÇÕES
<b>CONFORTO ACÚSTICO</b> (isolamento acústico e níveis de ruídos dos ambientes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a interferência de ruídos externos é notadamente incômoda. Os ambientes localizados na fachada principal recebem interferência do trânsito local;</li> <li>▪ observa-se a interferência de ruídos internos, sobretudo, provenientes do acionamento de descargas nos sanitários.</li> </ul>
<b>ADAPTAÇÃO À UTILIZAÇÃO</b> (tamanho, quantidade, geometria dos espaços e equipamentos, previsão de serviços e de condições específicas de utilização (deficientes, por exemplo), flexibilidade)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a portaria conta com rampa e porta automática para acesso por deficientes físicos, mas, os elevadores, corredores, sanitários e salas não possuem condições (por exemplo, dimensões e corrimãos) compatíveis;</li> <li>▪ há ressaltos por toda a circulação interna.</li> </ul>
<b>QUALIDADE DO AR</b> (ventilação, controle de odores, cuidados com a pureza do ar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ em geral, as salas possuem aparelhos de ar condicionado de janela, cuja limpeza é de responsabilidade do usuário;</li> </ul>
<b>CONFORTO HIGROTÉRMICO</b> (limitações das propriedades térmicas, controle da temperatura e da umidade relativa do ar e das superfícies; controle da velocidade do ar, da radiação térmica e de condensações)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ para os ambientes que serão climatizados via <i>central de ar condicionado</i>, há planos para contratação de empresa especializada em limpeza e manutenção;</li> <li>▪ o controle de velocidade, temperatura e umidade do ar são de responsabilidade do usuário, na maioria das salas. Já nos ambientes que utilizarão central de ar, o controle sobre as condições de conforto higrotérmico estão indefinidas.</li> </ul>
<b>CONFORTO VISUAL</b> (iluminação natural e artificial, insolação, aspecto das superfícies e acabamentos, contato com o exterior, e demais aspectos visuais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a iluminação é essencialmente natural e eficiente;</li> <li>▪ o sistema de iluminação, em todo o edifício, não possui zoneamento, impossibilitado a racionalização de seu uso sem queda dos níveis mínimos de iluminamento;</li> <li>▪ as luminárias só possuem acionamento manual e permanecem apagadas durante o dia, quando a iluminação é essencialmente natural;</li> <li>▪ à noite, é comum o iluminamento deficiente das áreas comuns por falta de acionamento das luminárias;</li> <li>▪ salvo casos específicos, a maioria dos ambientes possui vista para a rua ou pátio do edifício;</li> <li>▪ o vidros das janelas possuem propriedades que possibilitam o controle da insolação no interior dos ambientes.</li> </ul>
<b>INFRA-ESTRUTURA DE SERVIÇOS</b> (serviços de transmissão de dados, telefonia, Internet; facilidades para expansão)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ o sistema telefônico foi instalado somente até a entrada do edifício, devendo as linhas de telefônicas serem providenciadas pelo usuário;</li> <li>▪ não estão disponíveis serviços como Internet e transmissão de dados, que devem ser providenciados pelo usuário;</li> <li>▪ não há infra-estrutura (tubulação, <i>shafts</i>, forros removíveis, por exemplo), que favoreça a expansão de serviços.</li> </ul>
<b>REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM</b> (uso de materiais/componentes produzidos com material reciclado; reutilização, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não foi observada a reutilização de materiais, componentes ou sistemas, bem como o emprego de materiais reciclados;</li> </ul>
<b>SAÚDE E QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO</b> (materiais atóxicos, antifungos, antialérgicos; móveis reguláveis, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não foi observado o emprego de materiais atóxicos, antifungos ou antialérgicos;</li> <li>▪ de modo geral, estes aspectos não foram observados nem no projeto, nem na execução do empreendimento.</li> </ul>

Quadro 5.10 - Levantamento técnico: problemas de desempenho do Edifício III. (continuação)

REQUISITOS A SEREM AVALIADOS	OBSERVAÇÕES
<p><b>DURABILIDADE</b> (conservação das características da edificação ao longo de sua vida útil; limitações relativas ao desgaste e deterioração de materiais, equipamentos e subsistemas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ o empreendimento situa-se em região litorânea e com tráfego intenso de veículos, estando, portanto, exposto a diversos agentes agressivos;</li> <li>▪ a estrutura (concreto armado), o fechamento (alvenaria de blocos de concreto celular, portas de madeira, janelas de alumínio e forros de gesso) e os revestimentos (cerâmica, pedras naturais e pintura PVA) apresentam durabilidade compatível com a agressividade do meio;</li> <li>▪ não foram definidos planos de manutenção para conservação das características desses materiais e nem para os sistemas e equipamentos existentes.</li> </ul>
<p><b>URBANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DE OCUPAÇÃO</b> (integração da edificação com a região por ela influenciada, infra-estrutura de serviços públicos, aspectos paisagísticos (por exemplo, coleta de lixo, transportes, abastecimento de água e energia, impactos ambientais; poluição)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ os aspectos paisagísticos e de lazer disponibilizados na região não foram considerados na fase de projeto;</li> <li>▪ para os usuários atuais, o local oferece transporte público, coleta de lixo, abastecimento de água e energia e comércio local suficientes. Porém, não há condições para expansões;</li> <li>▪ não há áreas suficientes para manobras nos acessos, nem vagas para estacionamento de visitantes, o que gera congestionamentos nas imediações do empreendimento.</li> </ul>
<p><b>ECONOMIA</b> (custos iniciais, de operação, de manutenção e reposição durante o uso)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ não há monitoramento ou controle dos custos de operação do empreendimento;</li> <li>▪ os investimentos no sistema de iluminação, que conta com luminárias e lâmpadas de baixa potência, poderiam reduzir o consumo de energia em até 20%. Mas, não foram previstos sensores de presença nos ambientes de uso comum, sendo comum a permanência de luminárias em funcionamento em locais desocupados;</li> </ul>
<p><b>USO RACIONAL DE RECURSOS</b> (equipamentos e sistemas devem possibilitar o uso eficiente de água e energia e outros recursos; o empreendimento deve prever cuidados com a racionalização a partir de sua concepção, construção até as atividades de manutenção e operação)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ as bacias sanitárias e torneiras são do tipo convencional e não oferecem a redução do consumo de água;</li> <li>▪ os vidros utilizados na fachada foram importados da Bélgica, o que deverá dificultar e onerar sua reposição.</li> </ul>
<p><b>GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO</b> (cuidados relativos a impactos ambientais e sociais; medidas para preservação e/ou aproveitamento de áreas verdes existentes e recuperação de áreas degradadas; minimização do desperdício; destinação do entulho de obra; otimização do uso de água e energia; saúde do trabalhador, ...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a alvenaria com blocos de concreto celular, foi especificada, apenas, com o objetivo reduzir tempo e custo de execução;</li> <li>▪ não foram observadas iniciativas no sentido de melhorar as condições de trabalho dos operários, evitar desperdícios ou mesmo racionalizar o uso de materiais;</li> <li>▪ não foram gerados registros acerca da qualidade e/ou produtividade das etapas de execução do empreendimento;</li> <li>▪ segundo relatos dos entrevistados, os índices de desperdício e produtividade assemelham-se àqueles observados em obras similares.</li> </ul>

Destaca-se, ainda, que a *análise do ciclo de vida* do empreendimento não foi observada em nenhuma etapa do projeto ou da execução. Os materiais, componentes e sistemas, bem como as técnicas construtivas adotadas não favorecem a racionalização na utilização de recursos não-renováveis ou a demolição/desmontagem do empreendimento e suas partes.

De modo geral, praticamente todos itens observados apresentam deficiências, na opinião da pesquisadora. Requisitos como *segurança, conforto acústico, adaptação ao uso, economia e infra-estrutura de serviços* do ambiente de trabalho revelam-se como os mais inadequados. Aspectos como o *uso racional de recursos* (principalmente água e energia), o *planejamento da ocupação, a reutilização, a reciclagem* ou o *gerenciamento da construção* não foram, sequer, observados nas etapas de projeto.

Embora as observações indicadas no Quadro 5.10 revelem uma situação mais preocupante do que o resultado obtido junto aos usuários, cabe lembrar que o levantamento técnico serve como complemento para a avaliação feita pelos usuários. Portanto, todos os pontos problemáticos observados pela pesquisadora devem ser tratados na proposição das recomendações de projeto.

### **5.2.3 Aspectos conceituais considerados na produção dos edifícios visitados**

Durante as entrevistas realizadas com os principais agentes envolvidos na produção dos empreendimentos visitados, tanto no diagnóstico preliminar, como nos estudos de caso, foram obtidas informações importantes sobre os aspectos conceituais considerados na concepção, execução e manutenção destes empreendimentos, sendo estas as principais conclusões:

- mesmo com todas as diferenças entre os mercados das cidades de Vitória/ES e São Paulo/SP, não foram observadas diferenças significativas entre as opiniões dos entrevistados de ambas as cidades;
- em geral, os entrevistados admitiram não ter uma idéia claramente definida sobre os principais conceitos do *Edifício Inteligente*, justificando que este tipo de empreendimento ainda é uma *novidade* no Brasil;
- na tentativa de definir um conceito para os *Edifícios Inteligentes*, os entrevistados descreveram edificações que lembram o conceito norte-americano, ou seja, edifícios dotados de equipamentos e outros recursos que proporcionem rapidez, segurança, conforto e economia ao usuário e às atividades de operação do empreendimento (KRONER, 1997; HARTKOPF, 1999). Entre as principais características citadas, destacam-se:
  - sistemas de gerenciamento e controle para todos os recursos do edifício;
  - sistema para controle de acesso, detecção e combate a incêndios;
  - sistema de iluminação dotado de sensores para redução do consumo de energia;
  - equipamentos sanitários, que proporcionem economia de água;

- fechamentos e revestimentos, que reduzam a necessidade de condicionamento artificial do ar e, conseqüentemente, o consumo de energia;
- uso de fontes alternativas de energia (sobretudo solar);
- elevadores mais rápidos, e
- acabamentos de luxo.

Embora não existam distinções claras entre o projeto adotado na produção de edificações convencionais e dos edifícios em estudo, os entrevistados destacam alguns impactos causados por este novo conceito, em sua forma de trabalho, conforme observa-se no Quadro 5.11.

Quadro 5.11 - Impactos do *Edifício Inteligente* sobre o trabalho de projetistas, construtores e administradores de condomínio.

<b>PROJETISTAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ o projeto tornou-se mais complexo e especializado, obrigando os projetistas, sobretudo o arquiteto, a estudar, atualizar-se e pesquisar novas soluções (materiais, componentes, sistemas, etc.) para o projeto;</li> <li>▪ maior necessidade de integração entre projetistas e entre projetistas e as equipes de execução.</li> </ul>
<b>CONSTRUTORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a obra tornou-se mais complexa e difícil de gerenciar, uma vez que aumentaram a quantidade de projetos e o número de pessoas envolvidas;</li> <li>▪ a incidência de problemas aumentou e o responsável pela execução passou a interagir mais com os fornecedores e projetistas.</li> </ul>
<b>ADMINISTRADORES DE CONDOMÍNIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a operação e manutenção dos edifícios tornaram-se mais especializadas e eficientes, sendo reduzida a quantidade de pessoas envolvidas;</li> <li>▪ os custos de operação e manutenção dos edifícios tendem a ser menores, reduzindo-se, em última análise, o valor das taxas de condomínio;</li> <li>▪ o gerenciamento de recursos como água e energia tornou-se mais flexível, possibilitando maior economia;</li> <li>▪ surgiram novas dificuldades, como a falta de profissionais especializados e de equipamentos e componentes, que funcionem de maneira integrada.</li> </ul>

### 5.3 Principais conclusões obtidas

Com o intuito de orientar a utilização das informações apresentadas anteriormente, apresenta-se, a seguir, uma síntese das principais conclusões obtidas nestes estudos de caso.

Inicialmente, cabe salientar que, em virtude das inúmeras diferenças existentes entre os mercados de Vitória/ES e São Paulo/SP, tais como o *perfil do usuário* (devido a condições socioeconômicas, culturais, físicas) e *rotinas de trabalho* (por exemplo, nível de informatização, velocidade e abrangência dos sistemas de comunicação), quaisquer comparações acerca dos empreendimentos construídos nestas duas cidades tornam-se inadequadas. Contudo, como forma de subsidiar a utilização das informações obtidas no

diagnóstico preliminar na proposição das recomendações de projeto, vale ressaltar algumas diferenças entre estes dois mercados:

- os empreendimentos da cidade de São Paulo/SP possuem uma quantidade maior de sistemas prediais com alto grau de automação. Apresentam, ainda, algumas características típicas de edifícios norte-americanos, dada a grande quantidade de estrangeiros, que ocupam este tipo de empreendimento nesta cidade;
- os usuários da cidade de São Paulo, mais acostumados com este tipo de empreendimento, revelam-se mais exigentes. Este fato pode ser observado comparando-se as Tabelas 5.1 e 5.2 (dos Edifícios I e II, respectivamente) com a Tabela 5.3 (do Edifício III). Observa-se que, embora os Edifícios I e II proporcionem, por exemplo, maior conforto e segurança aos usuários, eles não receberam conceitos globais parecidos com os do Edifício III;
- o acesso à tecnologia e mão-de-obra especializada, bem como aos produtos importados é mais fácil na cidade de São Paulo, o que favorece o uso de materiais, componentes e equipamentos de última geração a preços competitivos;
- há mais de 20 anos, os *Edifícios Inteligentes* são uma realidade na cidade de São Paulo, o que favorece a especialização de profissionais como projetistas, construtores e consultores neste tipo de empreendimento.

Assim como na cidade de São Paulo/SP, observou-se a existência de uma *cultura local* de projeto entre os profissionais, que atuam na cidade de Vitória/ES, o que inclui aspectos conceituais e comportamentais e influencia, diretamente, os empreendimentos por eles projetados. Além disso, observou-se que os empreendimentos dos estudos de caso apresentam processos de projeto bem similares entre si, com as mesmas falhas e deficiências.

Desta forma, embora não tenha sido possível avaliar o desempenho dos Edifícios IV, V e VI, já que estes ainda não chegaram à fase de uso/operação, pode-se esperar que estes empreendimentos apresentem problemas semelhantes àqueles observados no Edifício III. Por esta razão, as recomendações propostas devem focar o *processo de projeto* de um modo geral e não somente o desempenho das edificações pesquisadas.

Destaca-se, também, que não foi observada a existência de processos, técnicas ou metodologias de projeto específicos para a produção dos edifícios pesquisados. Contudo, ressalta-se a necessidade de se adaptar estes *instrumentos* às necessidades do usuário e aos objetivos do empreendimento. As recomendações de projeto a serem propostas devem levar

em conta os conceitos e técnicas de projeto consagrados ao longo da história da indústria da construção, sendo acrescentadas as propostas relativas aos conceitos e objetivos do empreendimento, bem como à inserção de *novos* requisitos e critérios de desempenho de acordo com os *níveis de desempenho* definidos para cada empreendimento.

Conclui-se que os empreendimentos visitados nestes estudos de caso não poderiam ser classificados como *Edifícios de Alto Desempenho*, uma vez que os processos de projeto e produção adotados em sua realização revelam-se voltados, apenas, para o uso de tecnologia e não contemplam os aspectos da construção sustentável e da *eco-eficiência* da edificação, conforme pode ser observado no Figura 5.1.

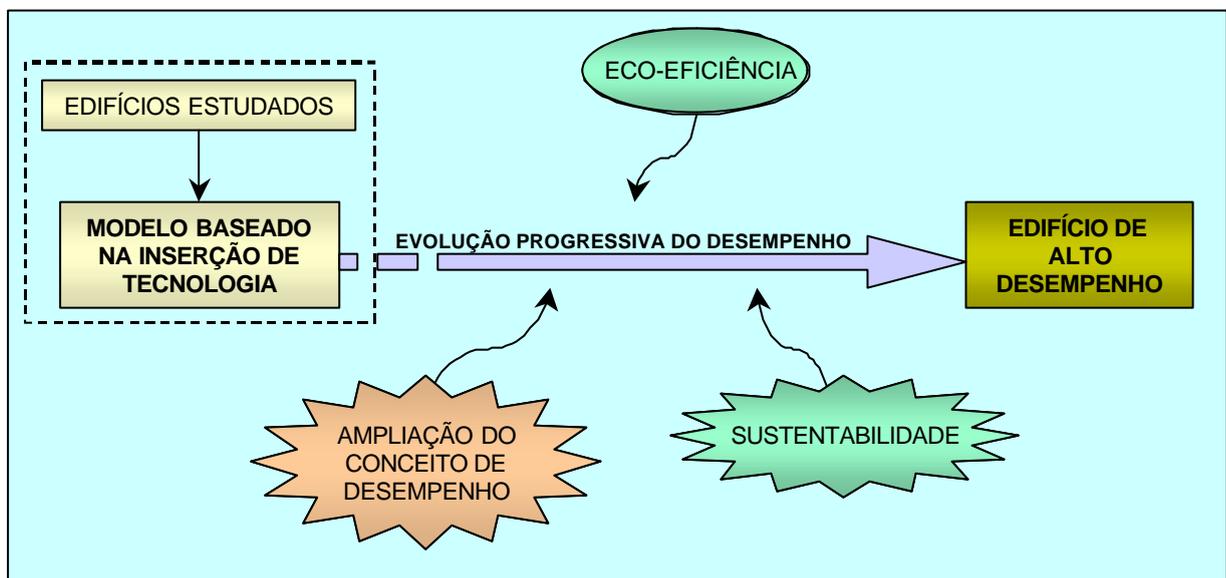


Figura 5.1 - A situação dos edifícios avaliados em relação ao *Edifício de Alto Desempenho*.

#### 5.4 Proposição de recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*

As recomendações de projeto apresentadas a seguir foram propostas a partir da revisão de literatura apresentada nos capítulos 2 e 3 desta dissertação e das conclusões obtidas nos estudos de caso.

Verificou-se que a maioria dos problemas de desempenho observados nos edifícios pesquisados está relacionada, direta ou indiretamente, com os dados de entrada do processo de projeto, sobretudo aqueles relacionados ao perfil do usuário e aos objetivos do empreendimento. Destacaram-se ainda, os problemas relacionados à inserção de tecnologia no projeto e ao processo de projeto propriamente dito. Além disso, observou-se que os demais problemas, relacionados às fases subsequentes ao projeto, como as fases de uso/operação e manutenção por exemplo, podem ser tratados ainda nas etapas do projeto. Assim, no Quadro 5.12 indica-se a estrutura de apresentação das recomendações.

Quadro 5.12 - Estrutura de apresentação das recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*.

ITEM	SUBITEM	PRINCIPAIS OBJETIVOS
5.4.1 Programa do empreendimento	5.4.1.1 Definição dos níveis de desempenho do empreendimento 5.4.1.2 Definição dos objetivos do empreendimento 5.4.1.3 Definição do perfil do usuário	Orientar a definição das características do produto, com vistas à inserção dos conceitos de <i>eco-eficiência</i> e <i>sustentabilidade</i> no projeto do empreendimento.
5.4.2 Projeto	5.4.2.1 Adaptação do processo de projeto 5.4.2.2 Definição da metodologia de projeto 5.4.2.3 Controle e garantia da qualidade do processo e do projeto	Orientar a adaptação do processo de projeto, delimitando as características de cada etapa e sugerindo formas para garantir a qualidade do processo e do projeto.
5.4.3 Desempenho	5.4.3.1 Análise das condições de exposição da edificação 5.4.3.2 Definição dos requisitos de desempenho do empreendimento 5.4.3.3 Definição dos critérios de desempenho do empreendimento 5.4.3.4 Definição dos critérios para seleção de materiais, componentes e sistemas	Indicar alternativas para alcançar os objetivos e níveis de desempenho pretendidos.
5.4.4 Gestão e implementação de tecnologia	5.4.4.1 Recomendações para a formação de profissionais 5.4.4.2 Orientações para as atividades de uso/operação e manutenção do empreendimento 5.4.4.3 Garantia do acompanhamento da fase de construção pela equipe de projetos 5.4.4.4 Garantia do comprometimento dos fornecedores 5.4.4.5 Definição dos critérios para a homologação dos sistemas prediais 5.4.4.6 Realização de avaliações pós-ocupação	Indicar estratégias para garantir a adequada implementação e manutenção das tecnologias definidas nas etapas iniciais do processo de projeto.

## 5.4.1 Programa do empreendimento

### 5.4.1.1 Definição dos níveis de desempenho do empreendimento

As conclusões obtidas nos estudos de caso indicam que o processo de projeto adotado na produção dos edifícios visitados visa contemplar, apenas, os requisitos de desempenho normativos<sup>4</sup>, normalmente observados nas edificações convencionais. Além disso, o modelo de evolução desses empreendimentos baseia-se, exclusivamente, na inserção de tecnologia como *única* forma de melhorar as condições do uso da edificação, conforme discutido no item

<sup>4</sup> Conforme discutido no item 3.3, do capítulo 3 desta dissertação.

2.4.2, no capítulo 2 desta dissertação. Ressalta-se a ausência de conceitos como *eco-eficiência* e *sustentabilidade*. Neste sentido, propõe-se um modelo para a evolução progressiva do *nível de desempenho* dos edifícios, de modo a viabilizar a construção de *Edifícios de Alto Desempenho*, conforme pode ser observado no Quadro 5.13.

Quadro 5.13 - Proposta para aumento progressivo dos níveis de desempenho dos edifícios (a partir de COLE, 1999; LARSSON, 2000; LÜTZKENDORF, 2000; ANDRESEN, 2000; SCHILLER, 2000; STURGES; 2000, ADAM, 2001).

ITEM	NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III (ALTO DESEMPENHO)
objetivos do empreendimento	limitados a fatores econômicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eficiência energética</li> <li>▪ Maximização da relação custo/benefício<sup>5</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ responsabilidade ambiental</li> <li>▪ eficiência energética</li> <li>▪ saúde e produtividade</li> <li>▪ racionalização no uso de recursos</li> <li>▪ maximização da relação custo/benefício</li> </ul>
requisitos de desempenho	atendimento à normas, tais como a ISO 6241 <sup>6</sup>	Inserção de tecnologia com foco em serviços e facilidades para aumentar a segurança e economia nas atividades de uso e operação	<p>Inserção de diretrizes de projeto, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ urbanização e ocupação ordenada do solo</li> <li>▪ reutilização e reciclagem</li> <li>▪ uso racional de recursos</li> <li>▪ gerenciamento da construção (redução do desperdício, minimização dos impactos ambientais, entre outras ações)</li> <li>▪ análise do ciclo de vida</li> <li>▪ qualidade/saúde dos ambientes</li> <li>▪ acessibilidade/facilidades para deficientes</li> <li>▪ maximização da segurança</li> </ul>
critérios de desempenho	atendimento à normas, tais como a ISO 6241 <sup>5</sup>	Avaliação do conforto e da segurança nos ambientes internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ avaliação e monitoramento das condições de conforto, segurança e acessibilidade</li> <li>▪ avaliação ambiental de edifícios</li> </ul>
materiais, componentes e sistemas	uso de materiais avaliados quanto aos aspectos de custo e qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ventilação e iluminação naturais</li> <li>▪ sistemas de automação predial</li> <li>▪ sistemas de segurança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ materiais reciclados e reutilização de componentes e sistemas</li> <li>▪ emprego de tecnologia disponível da região da construção</li> <li>▪ maximização do aproveitamento da ventilação e iluminação naturais</li> <li>▪ sistemas de automação predial</li> </ul>
processo de construção	Limitado a fatores econômicos	Iniciativas para a racionalização construtiva	Integrado aos entornos e à cidade, de modo a minimizar prejuízos e/ou interferências e o uso de energia/combustíveis
processos de uso/operação e manutenção	com base em ações corretivas	foco na economia e eficiência	Focados no ciclo de vida da edificação, favorecendo a economia, a eficiência e o prolongamento da vida útil
requalificação, desmontagem ou demolição	não observado	não observado	Integrado com o meio ambiente, facilitando a reciclagem e o reaproveitamento.

<sup>5</sup> Investimentos em operação e manutenção compatíveis com a valorização do empreendimento.

<sup>6</sup> Esta norma data de 1984 e estabelece requisitos de desempenho para as edificações.

Cabe esclarecer que a inserção de requisitos de desempenho a partir deste modelo deve ser cumulativa, ou seja, para atingir o *Alto Desempenho* (Nível III) é necessário contemplar também, os requisitos dos Níveis I e II.

Portanto, recomenda-se que o *nível de desempenho* do empreendimento seja definido nas primeiras etapas do processo de projeto, juntamente com a definição dos *objetivos*, de modo a orientar a inserção de tecnologias (materiais, sistemas, componentes, tecnologias construtivas) e requisitos de desempenho nas primeiras etapas do projeto. No Quadro 5.14, apresenta-se uma indicação de como os agentes envolvidos no processo de projeto podem contribuir com a definição dos níveis de desempenho do empreendimento.

Quadro 5.14 - As responsabilidades dos agentes intervenientes do processo de projeto na definição e garantia dos níveis de desempenho do empreendimento.

AGENTE	PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES
empreendedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ definir os objetivos econômicos do empreendimento (investimento pretendido, retorno esperado e o público alvo por exemplo), as diretrizes para a realização do empreendimento, bem como a disponibilidade e a forma de investimento dos recursos disponíveis;</li> <li>▪ viabilizar ações para definir o perfil do usuário, contratar profissionais especializados, investigar a viabilidade do empreendimento, e outras ações que demandem investimentos.</li> </ul>
consultores e especialistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ orientar a inserção de tecnologia, de modo a viabilizar os requisitos e critérios de desempenho do empreendimento.</li> </ul>
arquiteto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ definir a equipe de projetistas e o gerente do empreendimento, em conjunto com os empreendedores e construtores;</li> <li>▪ coordenar a equipe de projetistas, as ações para definição do perfil do usuário e as pesquisas de viabilidade do empreendimento;</li> <li>▪ definir, em conjunto com o gerente do empreendimento, formas para controle e garantia do projeto e do processo de projeto;</li> <li>▪ coordenar a realização de avaliações pós-ocupação e outros procedimentos de avaliação e retroalimentação do processo de produção como um todo.</li> </ul>
arquiteto e demais projetistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ definir os objetivos do empreendimento, com base no nível de desempenho pretendido;</li> <li>▪ definir os requisitos e critérios de desempenho que viabilizem os objetivos do empreendimento, integrando também, os requisitos dos clientes do projeto (sobretudo os construtores) e atendendo à legislação pertinente;</li> <li>▪ definir ações para a manutenção dos níveis de desempenho do empreendimento.</li> </ul>
fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fornecer subsídios para orientar a tomada de decisões quanto às especificações dos produtos e serviços a serem utilizados no processo de produção;</li> <li>▪ orientar a instalação, operação e a manutenção dos produtos fornecidos.</li> </ul>
construtores	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fornecer subsídios para orientar a tomada de decisões quanto às técnicas construtivas a serem adotadas, visando garantir a adequação do projeto às características da obra;</li> <li>▪ definir formas para controle e monitoramento do processo de produção, de modo a garantir a qualidade do empreendimento;</li> <li>▪ estabelecer e/ou fornecer subsídios para o estabelecimento de procedimentos de manutenção e operação do empreendimento.</li> </ul>

#### 5.4.1.2 Definição dos objetivos do empreendimento

Embora o conceito de *Edifício de Alto Desempenho* ainda não esteja devidamente consolidado, é fundamental que os *objetivos do empreendimento* sejam definidos e compartilhados por todos os envolvidos na sua produção, desde as primeiras etapas de projeto, conforme indicado na Figura 5.2. A partir do conceito adotado para o desenvolvimento desta dissertação, estes objetivos incluem (a partir de KRONER, 1997; HARTKOPF & LOFTNESS, 1999; HPB, 1999; GOTTFRIED, 2000):

- *Responsabilidade ambiental* - Minimizar o impacto do empreendimento sobre o meio ambiente, ou seja, o solo, a paisagem, a cidade, a infra-estrutura de serviços do bairro, da cidade e, em última análise, sobre o planeta. Deve-se, também, procurar utilizar materiais de fácil extração e disponíveis nas regiões próximas ao local da obra.
- *Eficiência energética* - Reduzir o consumo de energia em todas as fases do empreendimento, desde a sua construção até as etapas de demolição/desmontagem. Os cuidados com a eficiência energética devem ser observados, principalmente, na especificação de sistemas de aquecimento, resfriamento, iluminação e demais elementos que dependam de energia para funcionamento. A utilização de materiais e componentes cujo processo de produção exija baixo consumo de energia também é desejável.
- *Promover a saúde e a produtividade no ambiente* - Os ambientes devem oferecer condições de iluminação, qualidade do ar e da água, conforto térmico, acústico, visual, ergonomia, facilidades, serviços, entre outras, que permitam aos usuários desenvolverem suas atividades de forma produtiva e eficiente.
- *Viabilizar o uso racional de recursos naturais* - O empreendimento deve promover o controle e o reaproveitamento de resíduos, a reciclagem e a reutilização na fase de construção e, quando possível, também na fase de uso/operação. É desejável, por exemplo, o uso de materiais e componentes de alta durabilidade, a reutilização da água em atividades secundárias, tais como jardinagem e limpeza.
- *Boa relação custo/benefício* - O empreendimento deve ser rentável para o empreendedor, para o construtor e para o usuário. Para tanto, a definição das características da edificação deve sempre levar em consideração o retorno dos investimentos realizados, bem como a redução dos custos de operação, manutenção e demolição/desmontagem, ao longo da vida útil da edificação.

Estes objetivos podem ser atingidos através da análise e atendimento criterioso dos requisitos de desempenho da edificação, conforme apresentado no item 5.4.10.

#### **5.4.1.3 Definição do perfil do usuário**

Recomenda-se a investigação das características do usuário potencial, suas necessidades e expectativas. Dependendo da finalidade e da complexidade do empreendimento também é recomendável caracterizar o perfil da vizinhança, de forma a identificar possíveis iniciativas contrárias e/ou de apoio à realização do empreendimento (SECOVI, 2000; CONDE, 2001).

Uma alternativa para caracterizar o perfil do usuário, bem como o da vizinhança do empreendimento, é a pesquisa de opinião. Estas pesquisas podem ser realizadas, por exemplo, através de questionários e outros instrumentos aplicados em pontos estratégicos da região influenciada pelo empreendimento (MEDVEDOVSKI, 1994; REIS, 1994).

Podem, também, ser realizadas entrevistas e/ou utilizadas informações disponíveis, por exemplo, em prefeituras, associação de moradores, IBGE, ou mesmo entidades de classe, de acordo com o público alvo do empreendimento.

### **5.4.2 Projeto**

#### **5.4.2.1 Adaptação do processo de projeto**

Recomenda-se que o processo de projeto adotado na produção dos edifícios seja adaptado de modo a viabilizar o atendimento dos objetivos do empreendimento, das necessidades e expectativas de seus usuários e clientes, bem como dos aspectos da integração com a sociedade e o meio ambiente. Neste sentido, apresenta-se, na Figura 5.2, uma sugestão para o processo de projeto dos *Edifícios de Alto Desempenho*.

Certamente, o processo de projeto para este tipo de empreendimento deve ser adaptado também, à disponibilidade de recursos para sua realização. Contudo, ressalta-se a necessidade de que ele possibilite a definição e adaptação dos *objetivos* do empreendimento ao *nível de desempenho* definido, bem como a inserção de *requisitos e critérios de desempenho* e de *inovações tecnológicas* nas primeiras etapas do projeto.

Conforme observado na Figura 5.2, recomenda-se que a definição, tanto dos objetivos como do nível de desempenho do empreendimento, ocorra no início do processo de projeto, tão logo haja a *decisão empreender*.

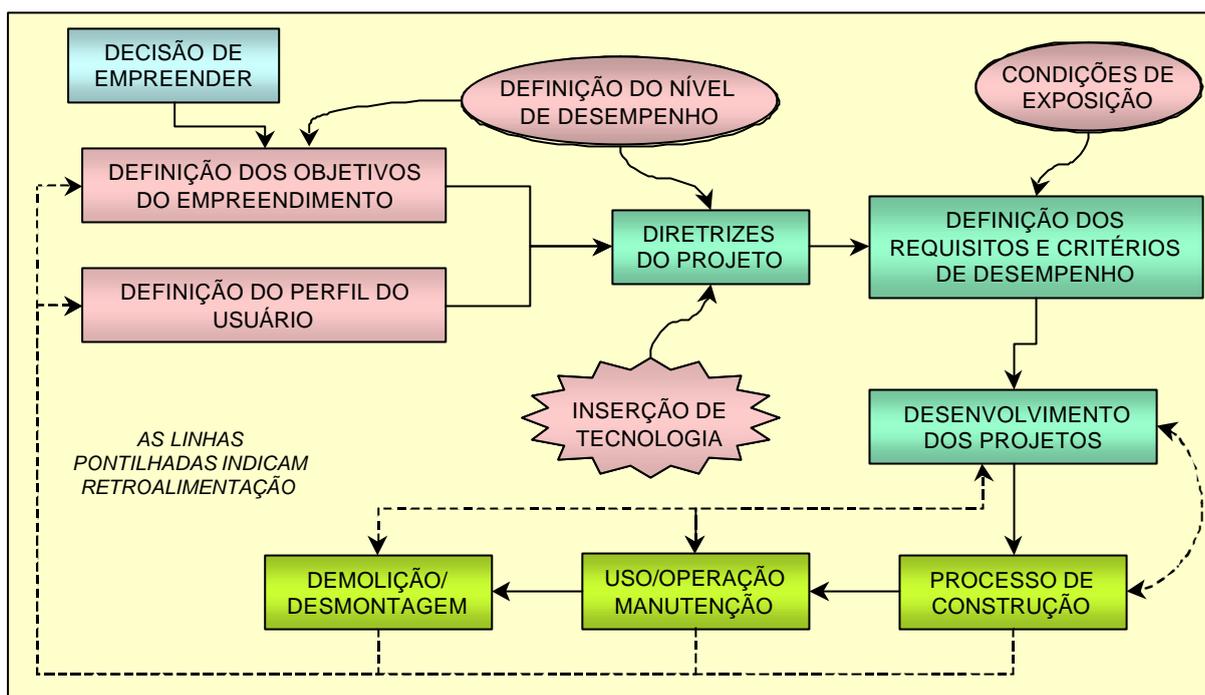


Figura 5.2 - Proposta para o processo de projeto dos *Edifícios de Alto Desempenho*.

Uma vez definidos os *objetivos e níveis de desempenho*, pode-se delinear *diretrizes de projeto*, de modo a orientar a *inserção de tecnologias* (materiais, componentes, equipamentos, sistemas e serviços necessários para a construção do empreendimento). Essas diretrizes devem ser definidas nas etapas iniciais do projeto, de forma a possibilitar contribuições de toda a equipe de projetos, ou seja, projetistas, consultores, fornecedores, especialistas em materiais/processos construtivos e outros profissionais especializados.

Com base nas *condições de exposição* a que a edificação estará exposta e nas *diretrizes de projeto*, pode-se então definir os *requisitos e critérios de desempenho* necessários para que o empreendimento alcance seus *objetivos*. A partir daí, iniciam-se as etapas de desenvolvimento dos projetos, que devem ser continuamente retroalimentadas a partir de informações geradas nas fases subseqüentes, quais sejam, construção, uso/operação e manutenção e demolição.

Destaca-se ainda, que as etapas de *desenvolvimento dos projetos* subsidiam as etapas subseqüentes através, por exemplo, dos *projetos para produção*, que trazem orientações sobre os processos construtivos, as seqüências de execução, as alternativas de soluções para situações adversas na obra, dentre outras informações. Ao mesmo tempo, a fase de construção pode retroalimentar o desenvolvimento dos projetos a partir de informações sobre a eficácia e eficiência destes.

O mesmo ocorre com a fase de uso/operação, que pode gerar informações sobre a satisfação do usuário, o desempenho de materiais, componentes e sistemas, podendo resultar em novos

partidos arquitetônicos, novas tecnologias e favorecer a avaliação/adaptação ou mesmo a definição de requisitos e critérios de desempenho para empreendimentos similares. A fase de uso/operação pode gerar ainda, ações corretivas e/ou preventivas a serem implementadas no empreendimento em questão.

Já a fase de demolição/desmontagem pode gerar informações que subsidiarão a escolha de materiais e componentes ou mesmo de sistemas construtivos, de modo a favorecer o uso de tecnologias ambientalmente corretas. No Quadro 5.15, indicam-se algumas melhorias que podem ser obtidas no desempenho do empreendimento, a partir da adaptação do processo de projeto.

Quadro 5.15 - Principais características do processo de projeto dos *Edifícios de Alto Desempenho*.

PRINCIPAIS DIFERENÇAS	PRINCIPAIS BENEFÍCIOS
Definição dos <i>objetivos do empreendimento</i> e do <i>perfil do usuário</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ além de orientarem a adequação dos <i>requisitos de desempenho</i> às características do usuário e de aumentar as chances de sucesso do empreendimento, permitem a definição de estratégias para contribuir com o desenvolvimento sustentável da região e para a <i>eco-eficiência</i> da edificação.</li> </ul>
Definição do <i>nível de desempenho</i> para o empreendimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ orienta a inserção de requisitos de desempenho e inovações tecnológicas;</li> <li>▪ permite a avaliação e adaptação de requisitos e tecnologias utilizadas em projetos similares.</li> </ul>
<i>Inserção de tecnologias</i> de forma planejada	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ permite o estabelecimento de diretrizes para orientar as etapas de <i>escolha de tecnologias</i> de acordo com o nível de desempenho pretendido.</li> </ul>
Visão integrada do empreendimento, da cidade e do meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ contribui para o atendimento de requisitos de desempenho ligados aos aspectos ambientais internos e externos ao edifício;</li> <li>▪ orienta a <i>escolha da tecnologias</i>, principalmente, no que tange ao conforto e a saúde do usuário.</li> </ul>
Retroalimentação do projeto em todas etapas do empreendimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ permite a avaliação do desempenho de materiais, componentes e sistemas e contribui para a formação de um banco de dados para orientar a <i>escolha de tecnologias</i> em outros empreendimentos.</li> </ul>

Além da *obrigatoriedade* de definir os objetivos do empreendimento e o perfil do usuário, o processo de projeto de um *Edifício de Alto Desempenho* deve possibilitar inserção de tecnologias, de acordo com os *objetivos e níveis de desempenho* do empreendimento.

Salienta-se, ainda, que as *condições de exposição* devem ser avaliadas de forma ampla, incluindo *aspectos ambientais* e de *qualidade do ambiente interno*, que influenciam diretamente o desempenho global da edificação e a satisfação do usuário.

#### 5.4.2.2 Definição da metodologia de projeto

De modo geral, recomenda-se que o projeto de um empreendimento seja desenvolvido a partir de uma metodologia previamente definida, adequada às necessidades dos agentes envolvidos e aos recursos disponíveis para sua realização (MELHADO, 1998).

Cabe ressaltar que, de modo geral, as recomendações sobre a *metodologia de projeto* não são diferentes daquelas recomendadas para a realização de um empreendimento convencional. Destaca-se, apenas, que no caso de *Edifícios de Alto Desempenho*, há uma necessidade maior de promover a *interdisciplinaridade* dos projetos, como forma de garantir a integração de todos os sistemas prediais que, neste tipo de empreendimento, costumam ser mais numerosos e complexos (CASTRO NETO, 1994).

Assim, recomenda-se que o processo de projeto dos *Edifícios de Alto Desempenho* seja cuidadosamente planejado a partir das seguintes ações<sup>7</sup>:

a) *Gerenciamento*:

- identificar e dimensionar os recursos (principalmente humanos e financeiros) necessários à realização do projeto, assegurando-os através de contratos (CONDE, 2001);
- planejar o processo de projeto considerando a integração da equipe de projetos, desde o estudo preliminar e o desenvolvimento dos projetos, até a entrega da obra (SILVA, 1995; CONDE 2001);
- dimensionar previamente os prazos, datas e cronogramas, definindo as atividades de cada etapa de projeto (SILVA, 1995, NOVAES & FRANCO, 1997);
- capacitar, qualificar e selecionar a equipe de projetos, buscando contratar profissionais com experiência comprovada em trabalhos anteriores e/ou empresas especializadas, preferencialmente com certificação de qualidade (MELHADO, 1998; CTE, 2001);
- providenciar/disponibilizar a memória construtiva para os projetistas (REIS, 1998; MELHADO, 1998). No caso de empresas que possuem Certificados de Qualidade, a memória construtiva pode ser obtida a partir dos procedimentos para execução de serviços, planos da qualidade, projetos *As Built*, entre outros documentos gerados durante a execução de empreendimentos similares (CTE, 2001). Caso contrário, estas informações podem ser obtidas junto aos responsáveis pela execução, através de entrevistas ou mesmo conversas informais.
- assegurar a obtenção de informações para a *retroalimentação do processo de projeto*, o que pode ser feito através do comprometimento prévio dos agentes intervenientes do processo de produção do empreendimento, registrado em ata de reunião e/ou em contratos

---

<sup>7</sup> As recomendações propostas como *metodologia de projeto* foram observadas como práticas bem-sucedidas na realização dos empreendimentos visitados nos estudos de caso.

com os responsáveis pelas atividades relacionadas à retroalimentação (REIS, 1998; MELHADO, 1998);

- planejar e assegurar a realização de treinamentos específicos para a mão-de-obra que lida diretamente com os projetos, de modo a garantir sua correta utilização. Para tanto, recomenda-se a prévia definição dos responsáveis pelos treinamentos, bem como dos locais e datas de sua realização (SILVA, 1995; NOVAES & FRANCO, 1997);
- instituir a formalização da análise crítica multidisciplinar de projetos, utilizando, para tanto, atas de reunião, por exemplo (CTE, 2001).

b) *Equipes de projeto multidisciplinares*

- envolver todas as especialidades de profissionais necessárias ao desenvolvimento dos projetos de forma integrada e eficaz. Para tanto, recomenda-se o envolvimento de arquitetos, projetistas de estruturas e instalações, consultores especializados em tecnologia, especialistas em materiais/processos construtivos, fornecedores de materiais e serviços, representantes da equipe de execução e do empreendedor e outros profissionais (MELHADO, 1998; VANNI et al., 1998; CONDE, 2001). Na Figura 5.3, ilustra-se uma proposta para o arranjo desta equipe.

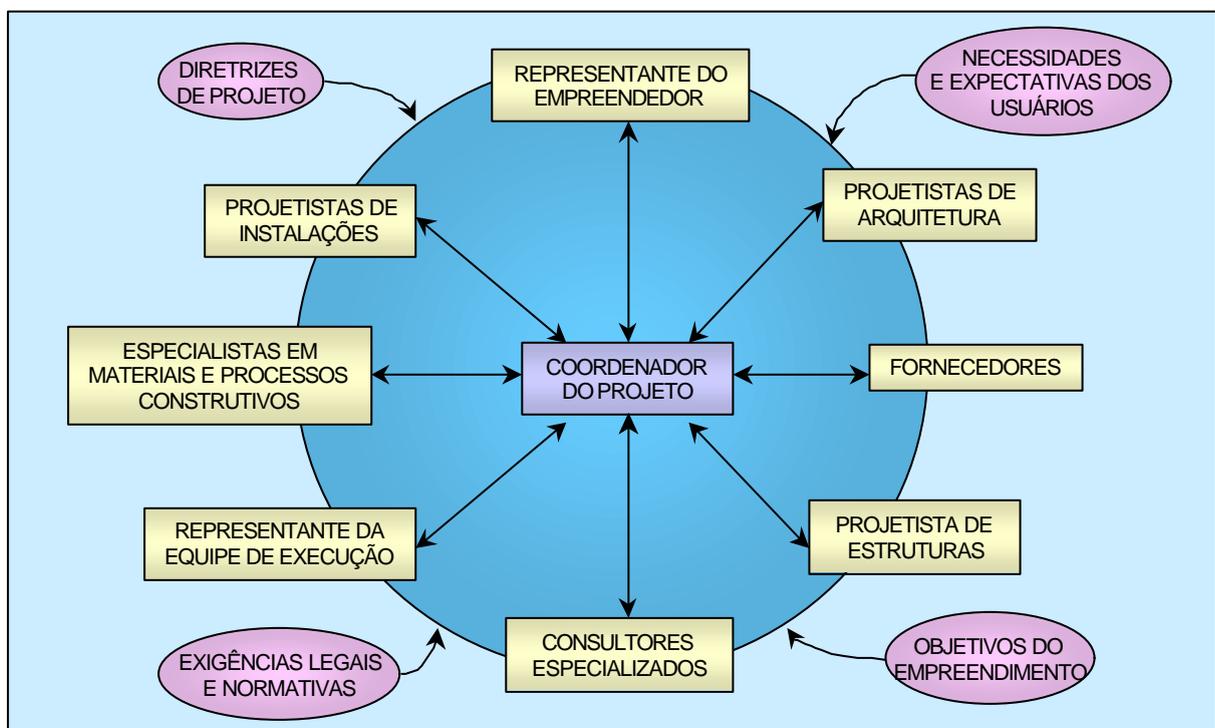


Figura 5.3 - Proposta de equipe de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho* (adaptada de MELHADO, 1994).

Obviamente, estes profissionais devem ser convocados a participar da equipe à medida que suas especialidades são envolvidas nas etapas de projeto, de forma que as reuniões não sejam

dificultadas pelo excesso de pessoas. Contudo, é necessários identificar cuidadosamente os momentos em que cada profissional deve passar a integrar a equipe, a fim de evitar a ocorrência de erros de projeto for falta de informações.

c) *Coordenação*

- definir um coordenador de projetos com conhecimentos sobre sistemas, logística, técnicas construtivas, e demais necessidades da execução. Ressalta-se, no entanto, que a *coordenação do projeto* não deve ser confundida com a *gerência do processo de projeto*. Recomenda-se que estas duas atividades sejam desenvolvidas por diferentes profissionais, de modo a não sobrecarregar o coordenador e/ou o gerente (MELHADO, 1994; NOVAES & FRANCO, 1997).

d) *Sistemática de comunicação*

- realizar reuniões periódicas com os profissionais envolvidos em cada etapa do processo de projeto. Recomenda-se que estas reuniões sejam conduzidas pelo coordenador do projeto, com a formalização das decisões em *ata de reunião* (SILVA, 1995);
- estabelecer mecanismos de comunicação com os clientes/fornecedores do projeto, de modo a garantir a eficiência e a precisão no compartilhamento das informações. Para tanto, recomenda-se o uso de sistemas como fax, atas de reunião, e-mail e outras formas que possibilitem o registro e gerenciamento das informações geradas/utilizadas durante o processo de projeto (NOVAES & FRANCO, 1997);
- estabelecer mecanismos para coleta, arquivamento e atualização das informações técnicas geradas/utilizadas no processo de projeto, viabilizando a criação de uma *memória construtiva* da empresa. Recomenda-se assim, a criação de um banco de informações, permanentemente disponível para utilização pelas equipes de projetos, com recomendações para especificações, prescrições dimensionais, diretrizes para escolha de tecnologias. Estas informações podem ser armazenadas e apresentadas, por exemplo, sob a forma de planilhas eletrônicas, catálogos, tabelas, relatórios descritivos, representações gráficas e normas técnicas (MELHADO, 1994).

e) *Clientes e fornecedores do processo de projeto*

É fundamental que a equipe de projetos tenha em mente *para quem* está projetando, devendo preocupar-se em utilizar um linguagem adequada à capacidade de compreensão das equipes que efetivamente utilizarão os projetos. Da mesma forma, as informações utilizadas no

processo de projeto devem ser criticamente analisadas, quanto à sua veracidade, precisão e limitações, entre outros aspectos (SOUZA et al., 1995; VANNI et al., 1998).

Uma alternativa para caracterizar os clientes e fornecedores do projeto é realizar reuniões com os envolvidos nas suas principais etapas, tão logo se inicie a fase de projeto. Este procedimento permite identificar as necessidades específicas de cada equipe envolvida na realização do empreendimento (CTE, 2001).

#### **5.4.2.3 Controle e garantia da qualidade do processo e do projeto**

As ações a serem tomadas para a garantia da qualidade do processo e do projeto de um *Edifício de Alto Desempenho* assemelham-se às medidas normalmente adotadas para empreendimentos convencionais. No entanto, destaca-se a necessidade dos projetos serem exaustivamente analisados por toda a equipe de projetistas, dada a maior quantidade e complexidade dos projetos necessários à produção de *Edifícios de Alto Desempenho* (CASTRO NETO, 1994).

Neste sentido, recomenda-se a participação dos construtores, fornecedores e consultores nas atividades de análise crítica e compatibilização, a fim de que os projetos atendam às necessidades das equipes de execução e, em última análise, contribuam para o desempenho adequado do empreendimento.

Desta forma, visando garantir a qualidade do projeto em todos os seus aspectos, recomenda-se o controle da qualidade do processo e do projeto, a partir das seguintes ações:

- *Qualidade do processo de projeto*
  - a) definir o fluxo geral do processo de projeto, com suas respectivas interfaces e definições dos momentos de tomada de decisões (SILVA, 1995; NOVAES & FRANCO, 1997);
  - b) estabelecer e documentar diretrizes para cada agente interveniente do processo de projeto, definindo as responsabilidades e objetivos de cada um (NOVAES & FRANCO, 1997);
  - c) acompanhar as etapas de execução pela equipe de projetistas, tomando como base dos cronogramas definidos no planejamento do processo de projeto. Também recomenda-se a utilização de listas de verificação para conferir o cumprimento de todas as atividades, bem como o atendimento aos objetivos de cada projeto (SILVA, 1995);

- d) promover os valores que indiquem os benefícios da utilização de projetos para produção, relatando aos envolvidos no processo de projeto as melhorias obtidas em empreendimentos similares (NOVAES & FRANCO, 1997).
- *Qualidade do projeto*
    - a) projetar com foco nas necessidade da obra, adotando técnicas, como o uso de listas de verificação, por exemplo, para levantamento das necessidades dos clientes internos e externos do projeto (NOVAES & FRANCO, 1997; CONDE 2001);
    - b) utilizar parâmetros padronizados para analisar cada tipo de projeto, utilizando-se, por exemplo, de roteiros ou listas de verificação para definição das características do empreendimento (SILVA, 1995; NOVAES & FRANCO, 1997);
    - c) definir procedimentos para controles de arquivos, cópias, atualizações, revisões e validação de projeto (SILVA, 1995);
    - d) adotar padrões de apresentação gráfica e de integração de recursos computacionais para cada projeto em elaboração, assim como para os estudos preliminares, detalhes construtivos, especificações técnicas, memoriais e demais documentos (SILVA, 1995, NOVAES & FRANCO, 1997).

### **5.4.3 Desempenho**

#### **5.4.3.1 Análise das condições de exposição da edificação**

Deve-se identificar e analisar os agentes que influenciam o desempenho do empreendimento, tais como poluentes, características físico-químicas da macro e da micro região, condições de umidade e temperatura, esforços cíclicos, estáticos, dinâmicos, entre outras solicitações (SOUZA et al., 1995; SECOVI, 2000).

Ressalta-se que, somente o tratamento adequado das condições de exposição (através de requisitos e critérios de desempenho) permite a correta especificação e seleção de materiais e componentes, sistemas, técnicas construtivas e demais características da edificação e de sua produção, de modo a favorecer a durabilidade e contribuir para a eficiência dos procedimentos de conservação e manutenção do empreendimento (CIB, 2000).

Recomenda-se que as condições de exposição sejam devidamente avaliadas, através de ensaios, medições e monitoramentos das características da macro e da micro região onde se pretende construir o empreendimento. Devem ser identificadas e avaliadas as características

do ar, da água e do solo em termos de umidade, quantidades de substâncias agressivas, temperatura, por exemplo (NBR 6118, 2000; SECOVI, 2000; CTE, 2001).

Atenção especial deve ser dada aos fatores climáticos da região, uma vez que somente a partir do conhecimento dessas características podem ser definidas as alternativas que vão tornar a edificação *eco-eficiente*. Assim, recomenda-se quantificar a velocidade dos ventos, bem como identificar as direções de suas correntes mais fortes; medir a quantidade e frequência das chuvas; caracterizar a incidência da insolação, medindo-se a intensidade e observando-se os planos de incidência do sol; monitorar a temperatura, e outras investigações sobre o clima da região.

Sugere-se, ainda, efetuar o monitoramento das condições de tráfego da região (quantificando o fluxo de pessoas e veículos no local), a fim de subsidiar os critérios relativos ao *planejamento da ocupação*. Uma vez caracterizados o tipo e a intensidade do tráfego local pode-se solicitar às autoridades municipais a ampliação e/ou adaptação das vias públicas, bem como dimensionar adequadamente as áreas para estacionamento.

Do ponto de vista do *desempenho ambiental* do empreendimento, estas informações possibilitam, principalmente, o dimensionamento de áreas verdes destinadas ao controle da poluição sonora e à minimização de vibrações causadas pelo tráfego intenso de veículos (SECOVI, 2000).

#### **5.4.3.2 Definição os requisitos de desempenho do empreendimento**

As recomendações propostas a seguir consistem em alternativas para adaptar os principais requisitos de desempenho das edificações convencionais às atuais necessidades dos usuários, bem como para ampliar os *níveis de desempenho* dos edifícios, através da inserção de *novos* requisitos de desempenho.

Estas recomendações foram propostas com base na revisão de literatura (apresentada nos capítulos 2 e 3) e nas informações obtidas nos estudos de caso, sendo considerados, ainda, dois critérios básicos: eficiência devidamente comprovada em outros empreendimentos e compatibilidade com as características da indústria de construção brasileira.

Cabe lembrar, ainda, que a implementação destas recomendações não exclui o atendimento às exigências normativas, tais como as indicadas nos códigos municipais de obras, normas técnicas e demais instrumentos legais que regulamentam as construções brasileiras.

*a) Segurança estrutural*

- utilizar programas computacionais para cálculo estrutural que possibilitem a simulação de situações críticas de segurança, levando em conta a *combinação* dos fatores que possam gerar interferências na estrutura;
- prever parâmetros para a aceitação dos materiais e sistemas estruturais durante as etapas de execução (por exemplo, controle tecnológico do concreto, certificado de garantia de qualidade do aço e outros mecanismos de controle) e para o monitoramento de suas condições de utilização, a partir de rigorosos critérios de desempenho (CTE, 2001);
- optar por projetos de elementos estruturais simplificados, modulados e padronizados, que possibilitem a execução numa mesma seqüência, com número reduzido de operações e favoreçam a pré-fabricação e a pré-montagem (FRANCO & AGOPYAN, 1993);
- prever e indicar soluções alternativas para condições adversas, bem como definir meios para inspeção e controle dos elementos estruturais durante as etapas de execução.

*b) Conforto antropodinâmico*

- identificar e dimensionar eventuais interferências externas, tais como as movimentações provenientes do trânsito local, movimentação de elevadores, velocidade do vento, de modo a prever sistemas construtivos que possam minimizar a movimentação da edificação (SOUZA, et al., 1995);
- avaliar as possibilidades de expansão do trânsito local, bem como as possibilidades de instalação de novos equipamentos que possam aumentar a as movimentações da estrutura do edifício, de modo a manter o conforto antropodinâmico ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

*c) Durabilidade*

- especificar materiais com propriedades cuidadosamente analisadas e dimensionadas a partir das condições de exposição da edificação (SOUZA et al., 1995; CIB, 2000);
- optar por detalhes arquitetônicos que favoreçam as etapas de execução (possibilitando concretagem adequada de peças estruturais, por exemplo), minimizem a penetração de gases e líquidos agressivos em sistemas e componentes suscetíveis à deterioração (projetar elementos como pingadeiras, rufos e sistemas de exaustão), bem como favoreçam a

limpeza e a manutenção da edificação (por exemplo, texturas e formas que dificultem a proliferação de fungos, bactérias e outros microrganismos);

- desenvolver *projetos para produção* para orientar as etapas de execução, garantir a construtibilidade e maximizar a qualidade dos elementos estruturais (LANA, et al., 2000);
- definir procedimentos para manutenção preventiva periódica da edificação, especificando materiais, técnicas e frequência de limpeza e reparos.

*d) Segurança ao fogo*

Além do atendimento irrestrito às solicitações do *Corpo de Bombeiros*, recomenda-se:

- instalação de sistemas de detecção e combate a incêndios (com sensores de calor e fumaça, *splinkers*, por exemplo), preferencialmente integrados ao sistema de gerenciamento predial, quando houver (CTBUH, 1999; ROCHA, 2000);
- uso de escadas pressurizadas, com sistema de exaustão para gases e portas corta-fogo;
- materiais com baixo índice de propagação de chamas e com propriedades auto-extinguíveis (TESIS, 1999);
- *shafts* com isolamento anti-chamas para sistemas de distribuição dos sistemas prediais entre os pavimentos do edifício (BICSI, 1998);
- elevadores programáveis que possibilitem o acesso a locais estratégicos e a evacuação rápida do edifício, em caso de pânico (CTBUH, 1999).

*e) Segurança de utilização*

Além do atendimento irrestrito às solicitações do *Corpo de Bombeiros*, recomenda-se:

- instalação de sistemas de monitoramento e controle de presença (podem ser utilizados sensores de presença e catracas para acesso por cartão e/ou circuito de TV em locais estratégicos) nos acessos, preferencialmente integrados ao sistema de gerenciamento predial, quando houver (COGGAN, 1997; CTBUH, 1999; ROCHA, 2000);
- elevadores independentes e/ou programados para possibilitar o acesso de usuários em áreas específicas (CTBUH, 1999).

*f) Conforto térmico e acústico*

- esquadrias com vidros múltiplos (duplos, triplos...) confeccionadas com estruturas (montantes) com tratamento acústico (TESIS, 1999);

- sistemas de vedação horizontal e vertical (pisos, paredes/divisórias, forros, telhados, etc.) confeccionados com componentes especiais, como baixo índice de propagação e tempo de reverberação de ondas (ORNSTEIN, 1992);
- em casos de fachadas envidraçadas, utilizar vidros reflexivos e/ou com película de controle solar, de forma a *dosar* a entrada de calor em quantidade e horários adequados (BOONSTRA & THIJSEN, 1997);
- tratamento acústico específico para salas de equipamentos, casas de bombas e/ou máquinas, garagens e outros ambientes com elementos geradores de ruídos.

g) *Adaptação à utilização*

- espaços modulados, dimensionados para possíveis expansões e alterações de leiaute;
- uso de sistemas flexíveis de fechamento, tais como divisórias, por exemplo, para a divisão dos ambientes (ROCHA, 2000; CIB, 2000);
- prever adaptação em elevadores, escadas, acesso, sanitários, corredores, salas e demais ambientes, para a utilização por usuários com dificuldades de locomoção (idosos, deficientes físicos, visuais, auditivos) (ORNSTEIN, 1992; CIB, 2000);
- prever a instalação de facilidades e serviços específicos, tais como sistemas de comunicação e transporte, de acordo com a finalidade do empreendimento e considerando possíveis adaptações e expansões (COGGAN, 1997; CTBUH, 1999; ROCHA, 2000);
- no caso de utilizar sistemas de comunicação, tais como *redes estruturadas* por exemplo, é importante levar em consideração a compatibilidade entre os protocolos de comunicação dos equipamentos envolvidos, a capacidade e a velocidade de tráfego do cabeamento, as versões de *softwares* (SMITH, 1997).

h) *Urbanização e planejamento de ocupação*

- escolher o terreno de acordo com as opções para integração da edificação com o terreno e com as condições do ambiente urbano. Atentar para as existência de *leis de zoneamento urbano* ou legislação equivalente, orientação do sol, topografia, proximidade com serviços e, principalmente, condições climáticas, tais como umidade, ventos, incidência do sol e da chuva (HPB, 1999; ADAM, 2001);
- buscar as melhores *relações ecológicas* entre o terreno (permeabilidade do solo, topografia, projeções do entorno, massas de água, vegetação, sombras, relação entre

espaços abertos e fechados, etc.) e o edifício (dimensões e geometria dos fechamentos, aberturas, estrutura e cobertura, volumetria, propriedades termoacústicas, toxicidade, possibilidade de reciclar materiais, entre outras características) (CIB, 2000; ADAM, 2001);

- aproveitar o relevo do terreno, procurando harmonizar o empreendimento com as características da paisagem local, buscando, ainda, minimizar a poluição sonora e visual, eventualmente causadas pelo empreendimento (SECOVI, 2000);
- de acordo com o tamanho e finalidade do empreendimento, solicitar à administração municipal e demais órgãos competentes as devidas adaptações/ampliações dos serviços públicos como transporte, coleta e tratamento de lixo, abastecimento de água, fornecimento de energia e alterações no trânsito local. Para tanto, recomenda-se a elaboração de documentos como os *relatórios de impacto urbano e ambiental* (HPB, 1999; SECOVI, 2000);
- prever alternativas para lazer, compras/serviços e atividades físicas dos usuários, no próprio empreendimento ou em seus entornos (CTBUH, 1999; SECOVI, 2000).

i) *Economia e uso racional de recursos*

- uso de torneiras com sensores e bacias sanitárias com descargas econômicas (caixa acoplada ou sistema de sucção, por exemplo) para redução do consumo de água;
- sistemas de iluminação com sensoriamento, luminárias/lâmpadas com alta eficiência luminosa e reatores com potência reduzida, bem como uso de vidros reflexivos especiais que possibilitem a passagem da luz ao mesmo tempo em que bloqueiem a passagem do calor e outras ações para reduzir o consumo no sistema de iluminação (COGGAN, 1997; HPB, 1999; SHAVIV, 1999; VITTORINO et al., 2000);
- zoneamento de elevadores, programação de equipamentos, como bombas, por exemplo, para horários de baixo custo de energia (COGGAN, 1997; ROCHA 2000);
- aquecimento por termoacumulação, fabricação de gelo em horários de baixo consumo de energia, quando o custo da energia é mais baixo (CTBUH, 1999; ROCHA 2000);
- sistema alternativo de energia solar captada por coletores dispostos na cobertura/telhado do edifício (DALENBÄCK, 1997). Recomenda-se ainda, prever a associação de sistemas alternativos de geração de energia, tais como gás, energia fotovoltaica, energia solar, biomassa, entre outros sistemas de baixo impacto ambiental, com o sistema convencional de energia elétrica;

- em regiões frias, que necessitem de sistemas de aquecimento, prever tratamentos para as fachadas, com materiais que absorvam calor (HALLER & BRAUN, 1997);
- aproveitamento da ventilação cruzada dos ambientes e uso de materiais com isolamento térmico, de forma a reduzir a necessidade de condicionamento artificial do ar.

*j) Reutilização e reciclagem*

Estas recomendações podem ser implementadas tanto na fase projeto (seleção de materiais e componentes), como durante nas etapas de uso/operação e manutenção e execução:

- prever sistema de recolhimento/armazenamento da água pluvial para atividades de uso secundário, tais como descargas (sistema de tubulação independente, com abastecimento alternativo) e jardinagem (SICKERMANN, 2002);
- prever a coleta seletiva do entulho de obra e do lixo doméstico (de escritórios, por exemplo), possibilitado sua comercialização (SECOVI, 2000; CTE, 2001);
- prever as formas para reutilização dos materiais e componentes empregados na obra, tais como aqueles utilizados nas fôrmas, na instalação do canteiro, nas instalações provisórias, ou mesmo materiais provenientes da demolição e escavação nas atividades de preparação/limpeza do terreno (SECOVI, 2000; CIB, 2000);
- especificar materiais fabricados a partir de resíduos e/ou produtos reciclados provenientes de outras indústrias;
- planejar e garantir (através de projetos para produção, por exemplo) as condições de reutilização e reaproveitamento de formas, escoramentos e outros sistemas (CTE, 2001).

*k) Gerenciamento da construção*

- utilizar recursos (mão-de-obra e materiais/componentes) existentes na região da construção, minimizando a poluição causada pelas atividades de transporte e os transtornos no trânsito local (SECOVI, 2000);
- adotar ações que evitem a contaminação/poluição do solo, da água e do ar, bem como a emissão de poluentes nas regiões de influência da obra (SECOVI, 2000; CTE, 2001);
- estabelecer parâmetros para avaliar o correto atendimento às normas ambientais dos materiais e componentes (CTE, 2001);
- evitar a utilização de materiais e métodos construtivos que ofereçam riscos à saúde do trabalhador e da vizinhança da obra (HPB, 1999; SECOVI, 2000);

- prever a disposição adequada de material proveniente de escavações e entulho não aproveitável, bem como minimizar o impacto causado pela extração de material para aterro (ADAM, 2001);
- prever o isolamento e outras formas para proteção de áreas verdes, bem como recuperação de áreas degradadas (SECOVI, 2000);
- adotar medidas para redução do desperdício, tais como, padronização de serviços, treinamento e educação da mão-de-obra sobre a utilização da água e energia, uso de processos com produtos pré-fabricados (MELHADO, 1994; SECOVI, 2000; CTE; 2001).

*l) Saúde e qualidade do ambiente interno*

Este item inclui os requisitos habitabilidade, higiene, qualidade do ar, conforto higrotérmico, conforto térmico, conforto visual e conforto tátil.

- a *envoltória* do edifício deve funcionar como moderadora da luz, do calor e da umidade, permitindo o controle eficiente e a interação entre as necessidades do espaço interno e das condições exteriores. Para tanto, recomenda-se a previsão de elementos como vidros reflexivos e/ou múltiplos, películas para controle da insolação, persianas, cortinas, fechamentos com materiais/componentes com tratamento termoacústico (SHAVIV, 1999; VITTORINO et al., 2000; ADAM, 2001);
- uso de materiais atóxicos, antifungos e antialérgicos para revestimento de pisos, paredes e tetos/forros (ROCHA, 2000; CIB 2000);
- estabelecimento de recomendações (formas, frequência, cuidados, materiais a serem utilizados, entre outras) para manutenção e limpeza dos sistemas e/ou aparelhos de ar condicionado (CTE, 2001);
- controles individuais para iluminação (intensidade e foco), temperatura, som, ventilação e velocidade do ar, acionamento e controle de janelas e persianas (HARTKOPF & LOFTNESS, 1999);
- especificação de móveis e equipamentos com características ergonômicas ajustáveis a cada usuário (HARTKOPF & LOFTNESS, 1999; HPB, 1999; ROCHA, 2000);
- prever a disponibilidade de serviços (por exemplo, Internet, comunicações, transferência de dados) adaptados às atividades de cada usuário.

m) *Análise do ciclo de vida da edificação*

- prever e tratar adequadamente todos os requisitos que influenciam os objetivos do empreendimento ao longo de sua vida útil e na sua demolição e/ou desmontagem, a partir das primeiras etapas de projeto (HPB, 1999; CIB, 2000).

Recomenda-se que a análise do ciclo de vida do empreendimento seja realizada a partir de metodologias específicas, disponíveis na literatura pertinente sobre o tema. Como forma de apoio, podem ser utilizadas também, listas de verificação específicas para cada tipo de projeto, em cada etapa do processo de projeto. Estas listas devem ser utilizadas por toda a equipe de projetos como forma de garantir o atendimento às necessidades do empreendimento, em todo o seu ciclo de vida (a partir de CTE, 2001).

#### **5.4.3.3 Definição dos critérios de desempenho do empreendimento**

Em qualquer projeto, é importante o estabelecimento de critérios de desempenho para cada material, componente, sistemas e equipamentos especificados de modo a possibilitar a compatibilização entre esses produtos.

Cabe ressaltar, no entanto, que o edifício consiste em uma soma de materiais e componentes de diferentes origens e características, que se influenciam mutuamente. A observação de limites para emissões de ruídos sonoros por determinados equipamentos, por exemplo, é uma prática exigida pela legislação brasileira.

Contudo, deve-se levar em conta a instalação eventual de outros equipamentos num mesmo ambiente, que pode elevar as emissões de ruídos a níveis prejudiciais à saúde humana. Assim, é importante que os critérios estabelecidos para o desempenho das instalações prediais levem em conta a interação entre os todos os elementos empregados em cada ambientes (HPB, 1999). Salienta-se a necessidade de prever *folgas* nos limites máximos e mínimos dos critérios de desempenho de forma a possibilitar a expansão e/ou adaptação dos sistemas projetados.

Uma alternativa para maximizar a eficácia da avaliação dos critérios de desempenho é a utilização de programas computacionais, tais como o *Archi CAD*, para avaliação de desempenho espacial; o *DOE-2* para desempenho térmico; o *BOSE* para desempenho acústico; *Lumen Micro*, de modelagem física para o desempenho visual ; e o *META 4*, de modelagem física para a integridade do edifício (MITIDIARI FILHO & HELENE, 1998). Estes programas possibilitam a *simulação* do desempenho do edifício e suas partes,

fornecendo subsídios para ajustes eventualmente necessários nos critérios de desempenho adotados em um determinado empreendimento.

É recomendável avaliar, ainda, o impacto do empreendimento no meio ambiente. Neste sentido, o mercado já disponibiliza alguns programas computacionais de *avaliação ambiental de edifícios*, entre os quais podem ser citados o SIMAPRO ou o ATHENA (TRUSTY et al., 1998; KRAMMER & SCHWARZ, 1999; SCHWARZ, 1999).

Finalmente, ressalta-se a importância de que os critérios de desempenho sejam definidos a partir de uma visão criteriosa sobre o empreendimento e suas partes. Conforme pode ser observado no Figura 5.2, a definição dos critérios de desempenho deve levar em conta os aspectos ambientais relacionados com o empreendimento e sua implantação, através das condições de exposição.

#### **5.4.3.4 Definição dos critérios para seleção de materiais, componentes e sistemas**

Em qualquer tipo de edificação, as atividades de projeto devem privilegiar o desempenho do produto acabado e orientar o controle rigoroso de todos os insumos envolvidos nos processos construtivos, sobretudo, mão-de-obra, materiais e componentes empregados. As soluções propostas pelo projeto devem passar por uma análise sob a ótica da *construtibilidade* e do desempenho, refletindo uma realidade a se construir (FRANCO & AGOPYAN, 1993).

No caso dos *Edifícios de Alto Desempenho*, ressalta-se, ainda, a necessidade de que a tecnologia<sup>8</sup> empregada na sua produção seja cuidadosamente selecionada de modo a atender aos princípios da construção sustentável (HPB, 1999; CIB, 2000). Assim, recomenda-se que a seleção de materiais, componentes e sistemas do edifício leve em conta, principalmente, os seguintes aspectos (ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWS<sub>b</sub>, 1998; HPB, 1999; CIB, 2000):

- relação custo/benefício;
- baixo impacto ambiental na extração e/ou produção e no descarte após a vida útil;
- facilidades de operação, manutenção e/ou reposição, montagem e/ou instalação, aquisição e transporte;
- capacidade de integração/adaptação com outros materiais, componentes e sistemas;
- possibilidades de reutilização e/ou reciclagem;

---

<sup>8</sup> Materiais, componentes, equipamentos, sistemas (prediais e construtivos), além dos serviços de execução.

- racionalização da utilização de recursos como água, energia, recursos humanos e
- construtibilidade, modulação, flexibilidade para adaptações.

#### 5.4.4 Gestão e implementação de tecnologia

##### 5.4.4.1 Recomendações para formação de profissionais

Durante as entrevistas realizadas para o desenvolvimento desta dissertação, foram observadas algumas deficiências em relação aos profissionais que atuam, tanto no projeto como na produção dos *Edifícios Inteligentes*, o que, possivelmente, influenciou de modo negativo o desempenho dos edifícios pesquisados. Observou-se que muitos profissionais desconhecem os conceitos relacionados a este tipo de empreendimento e/ou têm dificuldades para colocar em prática os conceitos que conhecem. Em muitos casos, os profissionais atuam de forma insegura, limitando as possibilidades de sucesso do empreendimento.

Alguns profissionais entrevistados, que entraram neste mercado quando o *Edifício Inteligente* ainda era uma novidade no Brasil, revelaram que foi preciso *reaprender a projetar com o uso da tecnologia*<sup>9</sup>, evidenciando a necessidade dos profissionais do setor, sobretudo os que projetam e planejam a produção, buscarem, constantemente, a atualização profissional.

Neste sentido, apresentam-se algumas recomendações para a adaptação do perfil profissional das pessoas envolvidas nas atividades de projeto e planejamento dos *Edifícios de Alto Desempenho*:

- cursos de especialização em coordenação de projetos e em gestão de tecnologia, que possibilitem aos profissionais adquirir *visão sistêmica* sobre o empreendimento. Esta visão contribui para otimizar a administração das informações e possibilita a proposição de soluções integradas, além de melhorar a interface projeto/obra (LEAL, 2001; RODIGUES, 2001);
- cursos de idiomas, especialmente, inglês para profissionais das áreas de projeto, em virtude da necessidade de consultar catálogos e outros materiais técnicos que podem orientar o uso da tecnologia;
- leitura periódica de livros, catálogos, revistas e outros periódicos especializados;

---

<sup>9</sup> Nos anos 80 e 90, diante das dificuldades de comunicação da época, muitos arquitetos e construtores brasileiros viajavam para os Estados Unidos a fim de conhecer os edifícios norte-americanos. Também foi preciso aprender outros idiomas para possibilitar a consulta a catálogos de produtos e a leitura de livros e revistas especializadas.

- acompanhamento incondicional das obras, mesmo no caso em que o cliente não exija, como forma de avaliar a *materialização* do projeto, identificando os erros e acertos do projeto, bem como suas deficiências (LEAL, 2001);
- visitas constantes a edifícios já construídos e a fornecedores de materiais, equipamentos e sistemas prediais;
- parcerias e intercâmbio com profissionais de outras cidades e países, de modo a possibilitar a troca de experiências sobre a utilização de materiais e tecnologias construtivas (SAYEGH, 2002). Uma alternativa para o estabelecer/intensificar o contato entre profissionais de cidades e países diferentes é a participação em eventos nacionais e internacionais.
- participação freqüente e periódica em feiras, seminários, exposições e outros eventos que possibilitem a atualização de conhecimentos sobre a tecnologia (RODIGUES, 2001).

Da mesma forma, os profissionais que atuam diretamente nas etapas de construção são de fundamental importância para o sucesso do empreendimento, pois a eles cabe a tarefa de concretizar o produto. É preciso, portanto, que eles possam lidar com a tecnologia de uma forma natural, lendo e utilizando adequadamente os projetos e seus detalhamentos, aprendendo a instalar sistemas, executando novas técnicas construtivas, processando novos materiais, entre outras atividades. O mesmo pode ser observado em relação ao pessoal que executa as tarefas de operação e manutenção do empreendimento. Assim, recomenda-se a implementação de programas de capacitação e treinamento aos vários profissionais que atuam na construção e manutenção de *Edifícios de Alto Desempenho*:

- a intensificação e ampliação dos cursos de alfabetização da mão-de-obra operária em função do uso cada vez maior de documentos como especificações, procedimentos para instalação e manuais nos canteiros de obras e nas atividades de manutenção e operação (REIS, 1998).
- a capacitação constante da mão-de-obra operária para manipular/processar novos materiais, executar novos sistemas construtivos, ler projetos e operar novos equipamentos e ferramentas (CTE, 2001);
- os treinamentos específicos para equipes de instalação, operação e manutenção de sistemas específicos, tais como os de automação e gerenciamento predial.

#### **5.4.4.2 Orientações para as atividades de uso/operação e manutenção do empreendimento**

Em geral, os *Edifícios de Alto Desempenho* possuem sistemas que favorecem o uso racional de recursos como água, energia e mão-de-obra. Mas, de nada vale projetar e instalar estes sistemas se não houver diretrizes para sua operação manutenção eficientes. Portanto, uma das grandes contribuições do projeto deste tipo de empreendimento é o planejamento da manutenção e da operação do empreendimento (MARTE, 1994; HPB, 1999).

Assim, visando orientar a correta utilização e manutenção das instalações prediais, recomenda-se a elaboração de *Manuais do Usuário*, contendo informações como características construtivas, conformação dos ambientes, cuidados necessários durante as operações de limpeza e conservação, além de dicas sobre segurança e economia. Da mesma forma, recomenda-se a elaboração *Manuais de Operação* destinados aos responsáveis pela operação e manutenção do empreendimento e das áreas comuns (CTE, 2001).

Ressalta-se que os manuais devem conter os projetos *As Built*<sup>10</sup> do empreendimento, com informações atualizadas sobre as instalações prediais, incluindo eventuais alterações em relação aos projetos originais, de forma a favorecer a manutenção e orientar possíveis adaptações e reformas no edifício.

Recomenda-se, ainda, que a equipe de projetos proponha estratégias de manutenção que preconizem ações preventivas, de forma a prolongar a durabilidade da edificação e garantir a manutenção do desempenho, ao longo da vida útil do empreendimento.

#### **5.4.4.3 Garantia do acompanhamento da fase de construção pela equipe de projetos**

Por mais que os projetos sejam adequadamente desenvolvidos, é comum a ocorrência de dúvidas na sua utilização durante a obra. Este fato, por si só, gera a necessidade do envolvimento da equipe de projetos na fase de construção (VANNI et al., 1998).

Ademais, o acompanhamento da fase de construção pela *equipe de projetos* é fundamental para a garantia da qualidade do empreendimento e para as ações de retroalimentação do processo de projeto. Além de favorecer a eficácia e eficiência na solução de problemas eventualmente detectados na obra, este acompanhamento também proporciona à equipe envolvida a possibilidade de analisar criticamente as atividades realizadas durante a fase de projeto (MELHADO, 1994; SAYEGH, 2002).

---

<sup>10</sup> Em português, como construído.

No caso de *Edifícios de Alto Desempenho*, as etapas da construção tendem a ser mais rápidas e complexas que num empreendimento convencional, dada a maior quantidade de projetos e pessoas envolvidas. De modo geral, aumenta a quantidade de informações a serem trocadas e diminui o tempo para a tomada de decisões (CASTRO NETO, 1994). Assim, a presença da equipe de projetos torna-se condição indispensável para que a obra possa se desenvolver de maneira *produtiva e eficiente*.

Recomenda-se o acompanhamento da fase de construção pela equipe de projetos em todos os estágios da obra. É desejável que as condições de acompanhamento, sobretudo a frequência das visitas à obra dos projetistas, fornecedores, consultores, especialistas em materiais/processos construtivos, entre outros profissionais, sejam formalizadas em contratos.

#### **5.4.4.4 Garantia do comprometimento dos fornecedores**

Recomenda-se assegurar o comprometimento dos fornecedores, sobretudo os de sistemas e equipamentos complexos e/ou importados, através de contratos. Os contratos devem incluir cláusulas sobre assistência técnica durante a instalação e pós-entrega, testes/simulações de funcionamento e treinamento para operação, além de manuais, especificações, garantias (de funcionamento e desempenho), planos de contingência e alternativas para reposição de peças/componentes (CTE, 2001).

Cabe ressaltar que, mesmo no caso de produtos importados, estes documentos devem ser fornecidos em português, de forma que as equipes de operação/manutenção possam utilizá-los adequadamente. Os contratos com fornecedores também devem definir ainda, os termos para manutenção e expansão dos sistemas, quando for o caso, sendo recomendável o estabelecimento prévio das condições (preços, prazos e características mínimas) de fornecimento de peças e serviços eventualmente necessários.

#### **5.4.4.5 Definição dos critérios para a homologação dos sistemas prediais**

No futuro, o desempenho dos edifícios poderá ser avaliado a partir de simulações de suas condições de exposição, utilização e operação e, principalmente, de sua integração com o usuário. Desta forma, será a possível observar, não só o comportamento do edifício, mas também avaliar o atendimento das necessidades do usuário, viabilizando a resolução de problemas potenciais ainda na fase de projeto (MITIDIARI et al., 1998).

Alguns sistemas prediais comumente instalados em *Edifícios de Alto Desempenho* possuem caráter inovador e/ou são constituídos a partir de produtos importados. Visando prevenir

problemas de funcionamento e/ou integração com outros sistemas e componentes do empreendimento, recomenda-se a definição/adoção de procedimentos preestabelecidos para *homologação* dos sistemas. Este procedimento constitui-se em um período de testes e simulações, realizado pelo fornecedor, com o devido acompanhamento dos responsáveis pela construção e pela operação do edifício, preferencialmente, após a ocupação pelos usuários.

Recomenda-se que as condições (prazos, custos, datas, tipos de testes, procedimentos para resolução de problemas, etc.) sejam garantidas em contrato, juntamente com as condições de fornecimento dos produtos e serviços necessários à implantação de cada sistema.

#### 5.4.4.6 Realização de avaliações pós-ocupação

Ressalta-se a importância da realização de avaliações pós-ocupação junto aos usuários e clientes do empreendimento como forma de retroalimentar o processo de projeto (ORNSTEIN, 2002). No Quadro 5.16 apresentam-se as principais informações a serem obtidas numa avaliação pós-ocupação, bem como os produtos resultantes (relatórios, bancos de recomendações, listas de necessidades, entre outros) e os agentes que poderão utilizá-los.

Quadro 5.16 - Sugestão de planejamento de avaliações pós-ocupação (a partir de ORNSTEIN, 1992).

INFORMAÇÕES A SEREM OBTIDAS	PRODUTO GERADO	QUEM UTILIZA
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ adequação dos materiais/técnicas construtivas utilizados;</li> <li>▪ eficiência do programa de necessidades do projeto;</li> <li>▪ funcionalidade do partido arquitetônico e do sistema estrutural adotados (áreas e dimensionamentos mínimos, fluxos, circulação, flexibilidade dos espaços).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bancos recomendações para novos projetos;</li> <li>▪ lista de necessidades sobre pesquisas de novos materiais e técnicas construtivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ arquitetos</li> <li>▪ projetistas de instalações e de estruturas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ qualidade dos componentes, sistemas e sub-sistemas;</li> <li>▪ qualidade da execução/instalação dos produtos;</li> <li>▪ estado de conservação/idade aparente da edificação e suas partes;</li> <li>▪ adequação dos procedimentos de manutenção, limpeza e operação especificados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ orientações sobre o uso de materiais, componentes e técnicas construtivas;</li> <li>▪ relatórios com indicações sobre aperfeiçoamento de pessoal, ações corretivas e preventivas, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ construtores</li> <li>▪ empreendedores</li> <li>▪ arquitetos e demais projetistas</li> <li>▪ responsáveis pela manutenção</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ avaliação da satisfação dos usuários e proprietários sobre requisitos como conforto, qualidade, segurança, produtividade, custos e economia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ diretrizes para melhor atender as necessidades e expectativas do usuário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ empreendedores</li> <li>▪ construtores</li> <li>▪ fornecedores</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ consumos de água, energia e combustíveis em geral;</li> <li>▪ custos com operação, manutenção (corretiva/preventiva), reparos e adaptações eventualmente realizados;</li> <li>▪ relação custo benefício das soluções adotadas (custos de produção X custos de manutenção e operação);</li> <li>▪ eficiência e eficácia dos manuais de uso e operação;</li> <li>▪ avaliação do conforto ambiental obtido (conforto visual, térmico, acústico, qualidade do ar);</li> <li>▪ monitoramento do impacto urbano causado pelo edifício.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bancos de recomendações para novos projetos;</li> <li>▪ relatórios com indicações sobre a necessidade de pesquisa sobre novos materiais e tecnologias;</li> <li>▪ relatórios com indicações de ações corretivas e preventivas para o edifício avaliado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ empreendedores</li> <li>▪ construtores</li> <li>▪ fornecedores</li> <li>▪ arquitetos e demais projetistas</li> <li>▪ responsáveis pela manutenção</li> </ul>

Recomenda-se que estas avaliações sejam previamente planejadas, preferencialmente ainda na fase de projeto, sendo definidos os métodos, datas, prazos e responsáveis por sua realização e distribuição dos resultados aos projetistas, fornecedores, construtores e empreendedores envolvidos na realização do empreendimento.

No Quadro 5.17, indica-se uma síntese das recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho* e os principais aspectos tratados na sua proposição.

Quadro 5.17 - Síntese das recomendações de projeto para *Edifícios de Alto Desempenho*.

RECOMENDAÇÕES	ASPECTOS TRATADOS
<b>Programa do empreendimento</b>	
Definição dos níveis de desempenho do empreendimento	Apresentação de uma proposta para evolução progressiva dos níveis de desempenho, com requisitos e critérios mínimos de cada nível.
Definição dos objetivos do empreendimento	Inserção dos conceitos de <i>eco-eficiência</i> e <i>sustentabilidade</i> , através da proposição de objetivos básicos e indispensáveis.
Definição do perfil do usuário	Indicação do formas para caracterizar/avaliar o perfil do usuário.
<b>Projeto</b>	
Adaptação do processo de projeto	Proposta de modelo que possibilite a inserção de requisitos e critérios de desempenho e tecnologias nas etapas iniciais do projeto.
Definição da metodologia de projeto	Orientações para definição das características e responsáveis pelas principais atividades do processo de projeto.
Controle e garantia da qualidade do processo e do projeto	Indicação de alternativas para garantir a qualidade do processo de projeto e do projeto do empreendimento.
<b>Desempenho</b>	
Análise das condições de exposição	Orientações sobre os aspectos básicos a serem considerados.
Definição dos requisitos de desempenho do empreendimento	Sugestões para viabilizar o atendimento aos principais requisitos de desempenho dos <i>Edifícios de Alto Desempenho</i> .
Definição dos critérios de desempenho do empreendimento	Orientações sobre aspectos importantes a serem analisados para a definição propriamente dita dos critérios de desempenho.
Definição dos critérios para seleção de materiais, componentes e sistemas	Apresentação de aspectos básicos a serem considerados, com foco nos objetivos do empreendimento.
<b>Gestão e implementação de tecnologia</b>	
Recomendações sobre a formação de profissionais	Orientações para formação de profissionais especializados para atuar na produção e operação de empreendimentos complexos.
Orientações para o uso/operação e manutenção do empreendimento	Indicações de como o projeto pode orientar o uso/operação e manutenção, favorecendo aspectos como eficiência e durabilidade.
Garantia do acompanhamento da fase de construção pela equipe de projetos	Indicação de alternativas para garantir o comprometimento da equipe de projetos com as etapas da construção.
Garantia do comprometimento dos fornecedores	Indicação de alternativas para garantir o comprometimento dos fornecedores com a construção, uso/operação e manutenção.
Definição de critérios para homologação de sistemas prediais	Orientações para garantir a execução de testes/simulação e eventuais correções nos sistema prediais antes da entrega da obra.
Realização de avaliações pós-ocupação	Proposta para planejamento de avaliações pós-ocupação, bem como sugestões sobre as forma de utilização das informações obtidas.

Ressalta-se que estas recomendações, por si só, não garantem o sucesso do empreendimento. Elas devem ser adotadas com o intuito de complementar, atualizar e melhorar as técnicas, metodologias, legislações, normalizações e outros instrumentos, que regulamentam e

orientam as atividades da indústria na construção. Assim, elas devem ser dosadas de acordo com as características e objetivos do empreendimento e com a disponibilidade de recursos para sua realização.

### 5.5 Considerações finais

As entrevistas realizadas junto aos responsáveis pelos empreendimentos visitados possibilitaram o levantamento de informações importantes para a análise do processo de projeto, conforme planejado no capítulo 4. Da mesma forma, os dados obtidos na avaliação pós-ocupação auxiliaram a identificação de vários problemas de desempenho nos edifícios em fase de uso, fornecendo subsídios para a proposição das recomendações de projeto.

Mas, é importante ter em mente que, embora muitas das recomendações propostas envolvam o uso de tecnologia avançada como alternativa para atendimento aos requisitos de desempenho da edificação, os recursos tecnológicos de um *Edifício de Alto Desempenho* não devem ser vistos como uma necessidade ou uma característica e sim como uma ferramenta. Por esta razão, a tecnologia deve ser utilizada com cautela, de acordo com os objetivos a serem atingidos pelo empreendimento e com os requisitos de desempenho definidos em projeto. Ressalta-se, ainda, que a *tecnologia de ponta* deve ser adotada, quando todas as alternativas convencionais tiverem sido esgotadas.

Cabe ainda ressaltar que, a implementação de todas estas recomendações em um empreendimento certamente exigirá maiores investimentos financeiros na fase de projeto, o que, em primeiro momento, tende a elevar os custos de produção. Contudo, os investimentos iniciais são recuperados ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Entre as formas de recuperação destes investimentos podem ser destacadas (HPB, 1999):

- na fase de execução: principalmente, rapidez de execução, minimização da incidência de retrabalho, ganhos de produtividade, redução do desperdício;
- na fase de uso/operação: redução dos custos de manutenção e operação, incrementos *no valor agregado* dos imóveis e, conseqüentemente, de seu valor comercial;
- valorização e aumento da credibilidade das empresas e profissionais envolvidos na realização do empreendimento;
- profissionalização de atividades, com aumento das oportunidades de atuação para profissionais especializados nas fases pós-ocupação, em atividades como avaliações pós-ocupação, manutenção e operação de sistemas complexos, por exemplo e

- ganhos indiretos para a sociedade e o meio ambiente, através da redução de passivos ambientais, manutenção dos recursos naturais da região, queda nos níveis de poluição e outros benefícios relacionados à *qualidade de vida* da população.

Salienta-se, finalmente, que os benefícios do *Edifícios de Alto Desempenho* são inquestionáveis e representam um avanço para indústria da construção e para a sociedade de um modo geral. Contudo, observa-se que a ausência de *políticas públicas*<sup>11</sup> e outras ações que incentivem investimentos neste tipo de empreendimento, impedem o crescimento e aperfeiçoamento deste mercado no Brasil.

No capítulo 6, apresentam-se algumas conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, bem como recomendações para o desenvolvimento de trabalhos que possam complementar as recomendações aqui apresentadas.

---

<sup>11</sup> Criação de incentivos fiscais (em impostos como o ISS e ICMS) para o uso de materiais que incorporem reciclados e/ou favoreçam a reciclagem na fase de demolição, regulamentação da ocupação do solo (a partir das diretrizes de desenvolvimento sugeridas na Agenda 21), criação de taxas/multas para deposição de entulhos em áreas inadequadas, concessão de benefícios fiscais para atividades de reciclagem, criação de programas de educação ambiental vinculados às escolas, centros comunitários, associações de moradores e outros seguimentos organizados da sociedade, de modo a conscientizar a população (o consumidor potencial) sobre os benefícios da construção ambientalmente responsável.

Nos últimos 40 anos, os conceitos relacionados ao ambiente construído evoluíram de forma considerável, incorporando novos requisitos de desempenho e acompanhando a evolução da sociedade. Nos edifícios comerciais, as transformações do ambiente construído são especialmente marcantes, impondo o desenvolvimento de novos materiais, tecnologias construtivas, serviços, entre outras necessidades.

Neste sentido, o conceito de edifício comercial também vem evoluindo consideravelmente. Entre os conceitos que marcaram a evolução deste tipo de empreendimento, destaca-se o *Edifício Inteligente*, originário dos Estados Unidos, a partir de uma crise energética e difundido pelo mundo todo como modelo de construção eficiente. Após utilizado e adaptado por diversos países, este conceito também evoluiu, absorvendo requisitos de desempenho mais abrangentes, tais como aspectos do meio urbano, dando origem aos *High Performance Buildings*, atualmente em voga nas cidades norte-americanas.

Destaca-se, ainda, o conceito de *construção responsável*, representados pelos *Responsive Buildings*, um modelos de edificação criado e difundido por países da Europa, cujos princípios focalizam o desenvolvimento ordenado do meio urbano e a maximização da satisfação do usuário. Assim como os *Edifícios Inteligentes*, os *Responsive Buildings* também vêm evoluindo, dando origem a conceitos cada vez mais abrangentes e sintonizados com a *sustentabilidade* e *responsabilidade ambiental* da indústria da construção, bem como com a *eco-eficiência* da edificação.

Observa-se, portanto, que os conceitos relacionados aos edifícios comerciais estão em constante evolução. Contudo, embora não exista um conceito único e devidamente consolidado, os modelos mais aceitos no mundo todo têm como princípios básicos a *eco-eficiência* da edificação e a *sustentabilidade* da indústria da construção, de modo integrado com o desenvolvimento *socioeconômico e urbano* das cidades.

Neste contexto, o conceito de *Edifício de Alto Desempenho*, adotado para desenvolvimento desta dissertação, revela-se como uma alternativa viável para a construção eficiente e integrada com a sociedade e com o meio ambiente, estando de acordo com as tendências mundiais.

Não obstante às transformações da sociedade, a indústria nacional vem tentando adaptar o conceito de *Edifício Inteligente* às características do mercado brasileiro, criando alternativas para a *modernização* das edificações.

Observa-se, porém, que as iniciativas que contemplam a utilização de materiais e sistemas alternativos para viabilizar o desempenho da edificação, de modo sustentável e eficiente, ainda são tímidas. As preocupações com a *automação predial* constituem o principal foco das atenções deste mercado no Brasil.

Em muitas cidades brasileiras, vários empreendimentos vêm sendo lançados com a promessa de proporcionar maior conforto, economia e segurança para o usuário. Cada vez mais, ressalta-se o uso de equipamentos e sistemas com *tecnologia de ponta*, quase sempre importados, como forma de garantir o sucesso do empreendimento.

Comprovando estes fatos, as conclusões obtidas nos estudos de caso apresentados nesta dissertação revelam que, em geral, os edifícios brasileiros não contemplam aspectos como a eficiência na utilização dos recursos ou o planejamento da ocupação e, em alguns casos, não atendem, sequer, as necessidades básicas de seus usuários, tais como disponibilidade de serviços para comunicação, estacionamento, conforto térmico e acústico, entre outras. Como resultados desta situação, destacam-se a insatisfação do usuário e as frustrações dos profissionais envolvidos na realização destes empreendimentos.

Por outro lado, observa-se que, de todas as fases de um empreendimento, o projeto é a que possibilita as maiores influências sobre o desempenho da edificação, uma vez que comporta as decisões de caráter estratégico do processo produtivo. No caso dos *Edifícios de Alto Desempenho*, o projeto revela-se ainda mais importante que nos empreendimentos convencionais, dada a maior quantidade de informações a serem tratadas, bem como de pessoas envolvidas.

Neste sentido, os estudos de caso evidenciam a forte influência do processo de projeto sobre os *Edifícios de Alto Desempenho* e revela que os principais problemas observados neste tipo de empreendimento poderiam ser evitados a partir do tratamento adequado das informações nas etapas de projeto.

Observa-se, ainda, a existência de uma *cultura local* de projetos na cidade de Vitória/ES, com várias falhas e deficiências. Por outro lado, observou-se que os problemas de desempenho identificados pela avaliação pós-ocupação no empreendimento em fase de uso/operação estão relacionados com estas falhas/deficiências.

Estas observações indicam que os demais edifícios estudados, que se encontravam em fase de projeto e/ou execução, possivelmente, apresentarão problemas similares. Portanto, salienta-se a necessidade de que algumas ações sejam implementadas para a adaptação do processo

observado na cidade de Vitória/ES, de forma que este possa contribuir para o sucesso dos empreendimentos construídos nessa cidade.

Além das inúmeras deficiências observadas nos projetos dos edifícios estudados, a maior falha está na falta de esclarecimento acerca do *conceito do edifício* e seus *níveis de desempenho*. Na ausência de definições a esse respeito e, principalmente, sem conhecer os *objetivos do empreendimento*, os profissionais envolvidos não utilizam metodologias e técnicas de projeto adequadas, que possam resultar em edificações cujo desempenho justifique os investimentos adicionais (em relação a um empreendimento convencional) feitos por seus empreendedores e usuários.

Neste sentido, entre as várias recomendações de projeto propostas nesta dissertação para a garantia do desempenho adequado dos *Edifícios de Alto Desempenho* destacam-se:

- a necessidade de adaptar e/ou definir um processo de projeto para este tipo de empreendimento, de modo a viabilizar a inserção e atualização dos objetivos do edifício (contemplando os conceitos da *eco-eficiência* e da *sustentabilidade*), bem como de tecnologias, requisitos e critérios de desempenho adotados na sua produção;
- implementar ações que contemplem aspectos relacionados à construção sustentável e à eficiência das edificações;
- prever ações que garantam a atuação efetiva da equipe de projetos nas demais fases do empreendimento, além das atividades de projeto;
- garantir a integração das equipes de projeto com as demais fases do empreendimento e
- assegurar a retroalimentação e a integração do projeto, bem como o comprometimento dos fornecedores com as fases de uso/operação e manutenção.

Cabe esclarecer que as recomendações propostas devem ser adotadas com o intuito de complementar, atualizar e melhorar as técnicas, metodologias, legislações, normalizações e outros instrumentos já consagrados ao longo da história da indústria da construção.

Ressalta-se a necessidade de adaptar estas recomendações ao perfil do usuário, às características e objetivos do empreendimento e aos recursos disponíveis para sua realização, na região onde ele será inserido, de acordo com os níveis de desempenho pretendidos.

É importante lembrar, ainda, a necessidade de *dosar a tecnologia*, utilizando-a somente quando os recursos convencionais, tais como, partidos arquitetônicos e estruturais criativos

(que favoreçam a segurança da edificação), ventilação e iluminação naturais, não forem suficientes para a viabilizar o desempenho adequado para o empreendimento. A tecnologia não deve ser vista como uma necessidade ou uma característica dos *Edifícios de Alto Desempenho*, mas sim como uma ferramenta para alcançar seus objetivos. Contudo, diante da necessidade de empregar equipamentos, sistemas e componentes, entre outros recursos tecnológicos, recomenda-se optar por produtos nacionais, favorecendo a integração entre os sistemas e componentes, bem como sua reposição, manutenção e/ou expansão de forma rápida e eficiente.

Finalmente, salienta-se que a disseminação dos *Edifícios de Alto Desempenho* no Brasil traria muitos benefícios ao país, haja vista os problemas com racionamento de água e energia cada vez mais freqüentes nas cidades brasileiras. Ademais, os edifícios de um modo geral, não vêm atendendo as reais necessidades e expectativas do usuário, resultando em sua insatisfação.

Contudo, observa-se que este é um processo que envolve mudanças culturais e de comportamento, não só dos profissionais que atuam na indústria da construção, mas da sociedade como um todo. Desta forma, recomenda-se a adoção de níveis progressivos de desempenho, conforme discutido no capítulo 2.

Neste sentido, destaca-se a necessidade de ações para incentivo à pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas de projetar, bem como de novos materiais, componentes e processos construtivos, que resultem em menores impactos ambientais. Outras ações como o incentivo à reutilização, reciclagem e aproveitamento de resíduos industriais são necessárias como forma de apoiar o desenvolvimento da cultura do *Edifício de Alto Desempenho*. Assim, relacionam-se, a seguir, algumas sugestões para a continuidade desta pesquisa:

- desenvolvimento de uma metodologia de avaliação pós-ocupação específica para *Edifícios de Alto Desempenho*, que contemple a avaliação de itens como a flexibilidade e capacidade de expansão e/ou adaptações dos recursos e sistemas do edifício, bem como o atendimento aos objetivos do empreendimento e aos requisitos de desempenho, ambos estabelecidos em projeto;
- criação de uma rede de pesquisa integrada para difusão de estudos e resultados relativos a desempenho, *qualidade* e *sustentabilidade* da construção, considerando que as universidades, institutos e centros de pesquisa acabam se dedicando a determinados requisitos ou linhas de pesquisa;

- proposição de modelos para processos de projeto com inserção *progressiva de níveis de desempenho*, com ênfase na qualidade do projeto;
- definição de critérios (quantitativos) para aumento progressivo dos níveis de desempenho dos empreendimentos;
- proposição de modelos para processo de projetos com inserção *progressiva de tecnologia e inovações tecnológicas*, com ênfase na qualidade do projeto;
- estímulo a políticas públicas voltadas ao *desempenho* e à *sustentabilidade* dos edifícios e da indústria da construção;
- desenvolvimento de procedimentos específicos para homologação de sistemas e sub-sistemas prediais;
- proposição de modelos para a manutenção de *Edifícios de Alto Desempenho*;
- avaliação ambiental de edifícios e desenvolvimento de ferramentas de projeto para edificações sustentáveis e
- desenvolvimento de metodologias para inserção de desempenho associado à tecnologia em projetos de edifícios convencionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de gestão da qualidade - fundamentos e vocabulário:** NBR ISO 9000, Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de gestão da qualidade - requisitos:** NBR ISO 9001, Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de gestão da qualidade - guia para melhoria de desempenho:** NBR ISO 9004, Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Manutenção de edificações - Procedimentos:** NBR 5674, Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas:** NBR 13.531, Rio de Janeiro, 1995.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Procedimento e execução de obras de concreto armado – Projeto de revisão:** NBR 6118. Rio de Janeiro, 2000.
- ABRANTES, V. **Construção em bom português.** In: Revista Técnica. Nº 14, Janeiro/Fevereiro, São Paulo, 1995. Página 27 a 31.
- ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do ecoedifício: interação entre ecologia, consciência e edifício.** 1ª Edição. São Paulo: Editora Aquariana, 2001.
- ALMEIDA, Rubens de. O QI dos edifícios. **Construção**, São Paulo, n. 2355, p. 12-13, março, 1993.
- ANDRESEN, Inger. Multi-criteria decision-making in green building design. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p. 153-155.
- ANINK, David; BROONSTRA, Chiel; MAK, John. **Handbook of sustainable building: an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment.** 3<sup>th</sup> Edition, London: James & James, 2001.
- ATKIN, Brian. **Intelligent buildings: applications of IT and building automation to high technology construction projects.** 2ª Edition. Vermont, USA: Ashgate Publishing Company, 1993.
- BAGATELLI, Rosane; SILVA, Maristela Gomes da; SOUZA, Fernando Lordêllo dos S. Racionalização da execução das estruturas de concreto - análise da influência dos insumos sobre o custo e a qualidade final das estruturas. In: **Revista Engenharia Ciência & Tecnologia.** Ano 3, Edição nº 18, nov/dez, 2000, p. 9-16.
- BARNETT, Susan. Fostering green building through local government initiatives. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p. 7-9.
- BARROS, Mércia M. B.; SABBATINI, Fernando H. **Diretrizes para o processo de projeto para a implementação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** Boletim Técnico (BT/PCC/172), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

- BECKER, Rachel. Research and development needs for better implementation of the performance concept in building. **Automation in Construction Journal**, 1999. Disponível em <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- BICSI - Building Industry Consultant Services International. **Telecommunications Distribution Methods Manual**. Flórida, USA: BICSI, [1998]. 8<sup>th</sup> edition, CD-ROM.
- BONIN, Carlos L. Considerações sobre a utilização do conceito de desempenho como instrumento para a modernização tecnológica na construção de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis, v.2, p.447-52.
- BRIDI, Rita. A era dos prédios inteligentes. **Jornal A Gazeta**, Vitória, p. 12, 25 fev. 2001.
- BROONSTRA, Chiel; THIJSEN, Rik Vollerbregt. IEA SOLAR HEATING AND COOLING (SHC) PROGRAMME, TASK 20: Solar energy in building renovation: **Glazed balconies in building renovation**, 1<sup>th</sup> Edition, London: James&James, 1997.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London, Routledge, 1992.
- CASTRO NETO, Jaime Spinola. **Edifícios de alta tecnologia**. 1<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Cathargo & Forte, 1994.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica**. 4<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Makron Books, 1996.
- CIRIA - Construction Industry Research and Information Association. **Wall Technology: performance requirements**. Special publication 87. London: CIRIA, 1992, vol. A.
- CIB - **Agenda 21 para a construção sustentável**. Tradução de I. Gonçalves e T. Whitaker; Edição de G. Weinstock e D. M. Weinstock, São Paulo: s.n., 2000.
- CLEMENTS-CROOME, T. Derek J. What do we mean by intelligent buildings? **Automation in Construction Journal**. 1997. Disponível em: <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- COGGAN, Donald A. How can building be intelligent? **American Technology Magazine**, 1997. Disponível em <www.coggan.com> Acesso em: 07 de outubro de 2001.
- COLE, Raymond J. Building environmental assessment methods: clarifying intentions. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, n° 4/5, v. 27 (Special Edition), october , 1999, p. 230-246.
- COLE, Raymond J.; LARSSON, Nils K. GBC'98 and GBTool: background. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, n° 4/5, v. 27 (Special Edition), october, 1999, p. 230-246.
- COLE, Raymond J.; MITCHELL, Laura. Customizing and using GBTool: two case-study projects. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, n° 4/5, v. 27 (Special Edition), october, 1999, p. 230-246.
- CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução n° 307 de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Publicada no **Diário Oficial da União em 17 de julho de 2002**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama> Acesso em: 14 de outubro de 2002.

- CONDE, Karla Moreira. **Qualidade de projeto em empresas construtoras: diagnóstico e recomendações**. 2001, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Espírito Santo, 2001.
- CORRÊA, Roberto Machado. **Qualidade em instalações prediais: estudo de projeto de edifícios inteligentes**. 1995. Dissertação (Mestrado em Produção Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1995.
- CRAWLEY, Drury; AHO, Ilari. Building environment assessment methods: applications and development trends. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, n° 4/5, v. 27 (Special Edition), october, 1999, p. 300-308.
- CTBUH - Council on Tall Buildings and Urban Habitat. **Advances in tall buildings**. 1<sup>th</sup> Edition. New York/USA: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1986.
- CTBUH - Council on Tall Buildings and Urban Habitat. **3rd International conference on high technology buildings**. 1<sup>th</sup> Edition. São Paulo: CTBUH, 1999.
- CTE - Centro de Tecnologia de Edificações. **Programa de qualificação evolutiva (PBQP-h) e certificação ISO 9001:2000 para empresas construtoras**. São Paulo: CTE, [2001]. 1 CD-ROM.
- CURWELL, S.; YATES, A.; HOWARD, N.; BORDASS, B.; DOGGART, J. The Green Building Challenge in UK. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, n° 4/5, v. 27 (Special Edition), october, 1999, p. 286-293.
- DALENBÄCK, Jan-Olof. IEA SOLAR HEATING AND COOLING (SHC) PROGRAMME, TASK 20: Solar energy in building renovation: **Solar collectors in building renovation**, 1<sup>th</sup> Edition, London: James&James, 1997.
- DEGW; OVE ARUP & PARTNERS; NORTHCROFT. **Intelligent buildings in Latin America - phase one report.**, 1<sup>th</sup> Edition. São Paulo: CTBUH, 1998.
- DEGW; TECHNIBANK. **The intelligent buildings in Europe - phase one report**. 1<sup>th</sup> Edition. London: CTBUH, 1997.
- DIAS, Iara. Se o meu prédio falasse. **Construção**, São Paulo, n. 2425, p.4-6, agosto, 1994.
- DUSTON, Philip S.; WILLIAMSOM, Craig E. Incorporating maintainability in constructability review process. **Journal of Management in Engineering**. September/october, v.15, n° 5, 1999.
- EDITORIAL O EMPREITEIRO, Edifícios de alta tecnologia: um produto imobiliário de maior valor. **O Empreiteiro**, São Paulo, n. 350, p. 44-51, novembro, 1997.
- ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWSa. **Establishing priorities with green buildings**. v. 4, n° 5, september/october, 1995.
- ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWSb. **Checklist for environmentally responsible design and construction**. n° 11, december, 1998.
- ENVIRONMENTAL BUILDINGS NEWSc. **Building green on a budget**. V. 8, n° 5, may, 1999.

- FORMOSO, Carlos T. (ed.), CESARE C. M.; LANTELME, E. M. V.; SOIBELMAN, L. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. In: Programa de Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, 1995.
- FRANCO, Luiz Sérgio; AGOPYAN, Vahan. **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto**. Boletim Técnico (BT/PCC/94), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- FURTADO, João S. Atitude ambiental responsável na construção civil: ecobuilding & produção limpa. **Fundação Vanzolini**. Disponível em: <www.vanzolini.org.br> Acesso em: 12 de outubro de 2001.
- GARCIA, Lúcia Maria. Edifício inteligente. **A Gazeta on line**. Disponível em: <www.gazetaon.com.br> Acesso em: 08 de março de 2001.
- GARCIA MESEGUER, Álvaro. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Tradução Roberto J. F. Bauer, Antônio C. Filho e Paulo R. L. Helene. São Paulo, SINDUSCON-SP / Projeto / PW, 1991.
- GIBSON JR., G. E.; KACZMAROWSKI, J. H.; LORE JR., H. E. Preproject-planning process for capital facilities. **Journal of Construction Engineering and Management**. September, v. 121, n° 3, 1995.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 1991.
- GLAUMANN, M.; MALM, T.; LARSSON, J. Evaluation of green buildings in Sweden. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, n° 4/5, v. 27 (Special Edition), outubro, 1999, p. 276-285.
- GOTTFRIED, David A. Demystifying Green Buildings. **Environmental Building News**. Disponível em: <www.usgbc.org> Acesso em: 16 de novembro de 2000.
- GUS, Márcio. **Metodologia para concepção de sistemas de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil: um estudo de casos**. 1996, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
- HALLER, Andreas; BRAUN, Peter O. IEA SOLAR HEATING AND COOLING (SHC) PROGRAMME, TASK 20: Solar energy in building renovation: **Transparent insulation in building renovation**, 1<sup>th</sup> Edition, London: James&James, 1997.
- HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P. E. **Cada erro tem seu preço**. Tradução de Vera M. C. Fernandes Hachich. **Téchne**, São Paulo, n. 1, nov/dez, 1992, p.32-34.
- HARTKOPF, Volker; LOFTNESS, Vivian; DRAKE, P.; DUBIN, F.; MILL, P.; ZIGA, G. **Designing the office of the future: the Japanese approach to tomorrow's workplace**. 1<sup>th</sup> Edição. Canada: John Wiley & Sons Inc., 1993.
- HINO, Maurício K. **Emprego do conceito de desempenho para melhoria da qualidade do projeto de empreendimentos habitacionais de interesse social**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, 2001.
- HPB - High Performance Building. **Guidelines**, Department of design and construction, New York, USA, april, 1999.

- INDUSTRY AND ENVIRONMENT. **Construction and the environment: fact and figures**. Paris: UNEPIE, v.29, n.2, april/june, 1996, p.2-8.
- ISO - International Organization for Standardization. **Performance standards in buildings - principles for their preparation and factors to be considered: ISO 6241**. Switzerland, 1984.
- JOHN, Vanderley M. Avaliação de materiais, componentes e edifícios em uso enquanto avaliação do desempenho. In: SEMINÁRIO AVALIAÇÃO PÓS-USO. **Anais...** São Paulo, 7 a 9 de junho, 1989, p. 63-74.
- JOHN, Vanderley M. Novas tecnologias para a construção habitacional: balanço crítico e perspectivas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 2, Bauru, 1995. **Anais...** 1995. p.108-19.
- JOHN, Vanderley M. Construção e desenvolvimento sustentável. **Qualidade na Construção**, São Paulo, ano III, nº 23, 2000, p.34-44.
- JOSEPHSON, P. E.; HAMMARLUND, Y. The causes and costs of defects in construction: a study of seven building projects. **Automation in Construction Journal**, 1999. Disponível em <www.periodicos.gov.br> Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- KÄHKÖNEN, Kalle. Multi-character model of the construction project definition process. **Automation in Construction Journal**, 1999. Disponível em <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- KRAMMER, A.; SCHWARZ, N. Improvement of the environmental impacts of electric motors by eco-design and Redesign. In: **R'99 Congress - Recovery, Recycling, Re-integration**, 1999. Disponível em <www.environmental-center.com>. Acesso em 26 de maio de 2002.
- KRONER, Walter M. An intelligent and responsive architecture. **Automation in Construction Journal**. 1997, Disponível em: <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- LAMOND, Joseph F. Designing for Durability. **Concrete International Journal**, 1997. Disponível em: <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- LANA, Maria da Penha C. V.; ANDERY, Paulo Roberto P.; VASCONCELOS, Wander Luiz. Projeto Estrutural: Um Novo Paradigma Visando a Durabilidade das Estruturas de Concreto. In: 42º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2000, Fortaleza, **Anais...** Ceará [CD-ROM]. Versão 1.0.
- LARSSON, Nils K. Development of a building performance rating and labeling system in Canada. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, nº 4/5, v. 27 (Special Edition), outubro, 1999, p. 332-341.
- LARSSON, Nils K. Moving towards a green building design process. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p. 141-143.
- LEAL, Ubiratan. A construção da qualidade. **Téchne** - São Paulo, n.º54, setembro, Ed. Pini, 2001, p. 22-24.
- LICHTENSTEIN, Norberto. B. **Patologias das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definições de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985, Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1985.
- LIPPIATT, B. Building for environmental and economic sustainability (BEES). In: CIB World Building Congress - Construction and The Environment. **Proceedings...** Gävle, june, 1998.

LÜTZKENDORF, Thomas. Environmental assessment during the design process: an overview. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p.138-140.

MACIEL, Luciana Leone; MELHADO, Silvio Burrattino. **O processo de projeto e a qualidade dos edifícios.** In: NUTAU'96 (Seminário Internacional), 1996. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, 1997. p. 443-455.

MAFFEI, Walter. **Gerenciamento de projetos: um instrumento essencial para profissionais e clientes.** 2000, Disponível em <www.naobra.com.br> Acesso em 20 de setembro de 2000.

MARTE, Cláudio Luiz. **Estudo e análise das unidades funcionais remotas no controle distribuído em processos de automação predial.** 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MATOSINHOS, Kelly. Moradias especiais para pessoas de terceira idade. **A Gazeta on line.** Disponível em: <www.gazetaon.com.br>. Acesso em: 16 de novembro de 2000.

MCDONALD, Bruce; SMITHERS, Mark. Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study. **Construction Management and Economics Journal**, 1998. Disponível em <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 agosto de 2001.

MEDVEDOVSKI, Nirce S. Revisão da terminologia e dos conceitos existentes na área. In: WORKSHOP - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO, São Paulo, 1994. **Anais...** (versão preliminar). São Paulo.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994, Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

MELHADO, Silvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. **O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle.** Boletim Técnico (BT/PCC/139), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

MELHADO, Silvio Burrattino. Metodologia de Projeto Voltada à Qualidade na Construção de Edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC 98, 1998, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina, v. 2, p. 731 - 737.

MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sub>a</sub>. **Environmental Policy of the Netherlands: an introduction**, Netherlands, april, 1999.

MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sub>b</sub>. **Netherlands Policy Programme: sustainable building 2000/2004**, Netherlands, november, 1999.

MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sub>c</sub>. **Towards a sustainable Netherlands**, Netherlands, september, 1999.

MINISTRY OF HOUSING SPATIAL PLANNING AND THE ENVIRONMENT<sub>d</sub>. **Sustainable building monitoring: results of the action plans 1995/1999**, Netherlands, november, 1999.

- MITIDIERI FILHO, Cláudio V.; HELENE, Paulo R. L. **Avaliação de desempenho para componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação de desempenho estrutural**. Boletim Técnico (BT/PCC/208), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- NOBUYUKI, Kimata. Japanese expectations for green building assessments. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, nº 4/5, v. 27 (Special Edition), outubro, 1999, p. 294-299.
- NOVAES, Celso Carlos; FRANCO, Luiz Sérgio. **Diretrizes para a garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. Boletim Técnico (BT/PCC/188), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.
- OLIVEIRA, Maria. C. G. **Os fatores determinantes da satisfação pós-ocupacional de usuários de ambientes residenciais**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- ORNSTEIN, Sheila W. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. 1ª Edição. São Paulo: Studio Nobel-Editora da Universidade de São Paulo, 1992.
- ORNSTEIN, Sheila W. O desempenho nos ambientes de trabalho. **Câmara Informa**, nº 02, fevereiro, Editora i-américa, 2002, p. 30-40.
- PICCHI, Flávio Augusto; AGOPYAN, Vahan. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios**. Boletim Técnico (BT/PCC/104), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- PICCHI, Flávio Augusto. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993, Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.
- PREISER, Wolfgang F.E.; RABINOWITZ, Harvey Z.; WHITE, Eduard T. **Post-occupancy evaluation**. 1<sup>th</sup> Edition. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.
- REIS, Antônio T. L.; LAY, Maria Cristina D. Métodos e técnicas para levantamento de campo e análise de dados: questões gerais. In: WORKSHOP - AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO, São Paulo, 1994. **Anais...** (versão preliminar). São Paulo.
- REIS, Palmyra F. **Análise dos impactos da implementação de sistemas de gestão da qualidade nos processos de produção de pequenas e médias empresas de construção de edifícios**. São Paulo, 1998. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.
- ROCHA, Edo. Arquitetura inteligente. **Casa Vogue**, São Paulo, p. 23-48, setembro/outubro, 2000.
- RODRIGUES, Virginia. Novo conceito das instalações domésticas. **Mercado de Automação Residencial**, São Paulo, ano I, nº 01, jan/fev/mar, 2001.
- RUANO, Miguel. **Ecourbanismo: entornos humanos sostenibles: 60 proyectos**. 1ª Edición. Barcelona, Espanha: Editora Gustavo Gili, 1999.

- SABATTINI, Fernando. Olhar Crítico. **Construção**- São Paulo, n.º 2652, dezembro, Ed. Pini, 1999, p. 10-12.
- SALDANHA, Maria C. Werba; SOUTO, Maria S. M. Lopes. Racionalização dos Projetos na Construção de Edificações Habitacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC 98, 1998, Florianópolis. **Anais...** Santa Catarina, v.2, p.525-532.
- SAYEGH, Simone. Resistência no limite. **Téchne**, São Paulo, n. 57, p. 46-53, dezembro, 2001.
- SAYEGH, Simone. Arquitetura soberana: Rubin critica tropicalização de projetos e pede ação conjunta entre arquitetos estrangeiros e brasileiros. **Téchne** - São Paulo, n.º59, fevereiro, Ed. Pini, 2002, p. 16-19.
- SCHILLER, Silvia de. Towards sustainable architecture: the relevance of design in evaluation methods. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p.171-173.
- SCHWARZ, N. Re-use and recycling of household appliances. In: **R'99 Congress - Recovery, Recycling, Re-integration**, 1999. Disponível em < www.environmental-center.com>. Acesso em: 26 de maio de 2002.
- SECOVI - Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis do Estado de São Paulo. **A indústria imobiliária e a qualidade ambiental: subsídios para o desenvolvimento urbano sustentável**. 1ª Edição. São Paulo: Pini, 2000.
- SHAVIV, Edna. Integrating energy consciousness in the design process. **Automation in Construction Journal**, 1999. Disponível em <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- SICKERMANN, Jack. Sistema de aproveitamento de águas pluviais em edificações. **Téchne** - São Paulo, n.º59, fevereiro, Ed. Pini, 2002, p. 69-71.
- SILVA, Maria Angélica Covelo. Metodologia de gestão da qualidade no processo de elaboração de projetos de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC 95, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, v. 1, p. 55-60.
- SMITH, Stuart. The integration of communications networks in the intelligent buildings. **Automation in Construction Journal**, 1997. Disponível em <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- SOUZA, Roberto de; MEKBKIAN Geraldo; SILVA, Maria Angélica Covelo; LEITÃO, Ana Cristina M. Tavares; SANTOS, Márcia Menezes. **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. São Paulo: Editora Pini, 1995.
- SOUZA, Roberto de. **Avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação**. In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Editora Pini/Instituto de Pesquisas Tecnológicas, divisão de edificações do IPT, 1988. p. 529 – 532.
- SOUZA, Marcos. Inteligente é você. **Téchne**, São Paulo, n. 18, p. 38-41, setembro/outubro, 1996.
- SPENCE, Robin; MULLIGAN, Helen. Sustainable development and the construction industry. **Habitat Journal**. 1995. Disponível em: <www.periodicos.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2001.
- STURGES, John. Construction materials and sustainability, the limitations on present methods of selection. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p. 186-187.

SUSTAINABLE BUILDING JOURNAL, **Jubilee Campus, Nottingham**, p. 42-44, nº 03, março, 2001.

TAN, Raykun R.; LU, Yaw-Guang. On the quality of construction engineering design projects: criteria and impacting factors. **International Journal of Quality & Reability Management**, Vol. 12, nº 5, MCB University Press, 1995, p. 18-37.

TESIS - Sistemas em PVC para a Construção Civil. In: SISTEMAS EM PVC PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL [CD ROOM]. São Paulo, Produção: Trikem S.A. Organização Odebrecht, [1999].

THEIJE, Saskia M.; SANDER, Peter C.; BROMBACHER, Aarnout C. Reability tests to control design: a case study. **International Journal of Quality & Reability Management**, Vol. 15, nº 6, MCB University Press, 1998, p. 559-618.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo, Editora: Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

TODD, Joel Ann; GEISSLER, Susanne. Regional and cultural issues in environmental performance assessment for buildings. **Building Research & Information Journal**, Netherlands, nº 4/5, v. 27 (Special Edition), outubro, 1999, p. 247-256.

TOOTHAKER, James. Pennsylvania as a national model for sustainable buildings practices. In: SUSTAINABLE BUILDING 2000, Maastricht. **Proceedings...** Netherlands: CIB/GBC, 2000, v. 1, p.10-12.

TRUSTY, W. B.; MEIL, J. K.; NORRIS, G. A. **ATHENA: A LCA decision support tool for the building community**. In: Green Building Challenge '98 - An International Conference on the Performance Assessment of Buildings. **Proceedings...** Vancouver, outubro, 1998.

TZORTZOPOULOS, Patrícia. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte**. 1999, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

ULRICH, Helen; SACOMANO, José Benedito. **O processo de projeto na busca da qualidade e produtividade**. In: I Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho. **Anais...** Recife, 1999, v. 1, p. 349-356.

USGBC - United States Green Building Council. **LEED™ Green Building Rating System**. 2002. Disponível em <www.usgbc.org> Acesso em: 15 de junho de 2002.

VALE, Brenda; VALE, Robert. **The new autonomous house**. 1<sup>th</sup> Edition. Hong Kong: H&Y Printing Ltd., 2000.

VAN HAL, Anke; DULSKI, Birgit. **Sustainable housing in Europe: policy and practice do not always match**. In: European directory of Sustainable and energy efficient building 1998: components, services, materials. London: James & James (Science Publishers) Ltd. p. 108-116. 1998.

VAN HAL, Anke. **Beyond the backyard: sustainable housing experiences in their national context**. 1<sup>th</sup> Edition. England: Aeneas Technical Publishers, 2000.

VANNI, Cláudia M. K.; GOMES, Abdias Magalhães; ANDERY, Paulo R. Pereira. Análise de falhas aplicadas à compatibilização de projetos em obra predial. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS - Soluções para o Terceiro Milênio, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, p.525-532.

VITTORINO, F.; AKATSU, M.; HERNANDEZ NETO, A.; TRIBESS, A. Strategies for energy conservation in air conditioning for office buildings in Brasil. In: CONSTRUCTION & ENVIRONMENT: Theory into practice, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Brasil: CIB, [2000]. 1<sup>th</sup> Edition, CD-ROM.

WERNECK, Siva Bianchi de Frontin. **Domótica: união de arquitetura e tecnologia da informação na edificação residencial urbana**. 1999. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

ZANDONADI, Denise. Mercado em expansão. **A Gazeta on line**. Disponível em: <[www.gazetaon.com.br](http://www.gazetaon.com.br)>. Acesso em: 11 de janeiro de 2000.

YIN, Robert K. **Case studies research: design and methods**. 2ª Edition (Applied social research methods, v.5). London: Sage Publics, 1994.

## **ANEXOS**

**ROTEIRO 01**  
**ENTREVISTA COM REPRESENTANTES DE CONSTRUTORAS**

Nome do entrevistado: _____	Data: ___/___/___
Função ou cargo: _____	Tempo de experiência: _____
Empresa: _____	Abrangência geográfica: _____
Segmentos de atuação: _____	Tempo de atuação _____

**I - CONCEITOS**

1. Na sua visão, qual o conceito de *Edifício de Alto Desempenho* (ou *Edifício Inteligente*)?
2. Quais as características indispensáveis para este tipo de empreendimento?
3. O quê mudou em sua forma de trabalhar a partir deste conceito?

**II - CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO (PROJETO)**

1. Como são definidas as características deste tipo de empreendimento? Que tipo de informações são consideradas? Quais os profissionais que normalmente se envolvem?
2. Em que momentos estas informações alimentam o processo de concepção do empreendimento?
3. Você participa, ou de alguma forma se envolve nas etapas de concepção?
4. Você participa, ou de alguma forma se envolve no desenvolvimento de pesquisas de mercado (ou outras ferramentas) para definir as características do empreendimento, o perfil do investidor ou do usuário?
5. Em média, quanto tempo dura esta etapa, ou a sua participação?

**III - ESCOLHA DE TECNOLOGIAS**

1. Você participa, ou de alguma forma se envolve na escolha de tecnologias para este tipo de empreendimento? Como?
2. Quem normalmente participa (outros profissionais/empresas)?
3. Que tipo de critérios são adotados para definir o tipo de tecnologia a ser incorporada a este tipo de empreendimento?
4. Quais dos aspectos abaixo mereceram maior destaque na avaliação das tecnologias:
  - facilidades de operação?
  - facilidades de manutenção?
  - facilidades de reposição?
  - racionalização da utilização de energia?
  - racionalização da utilização de água?
  - racionalização da utilização de recursos humanos?
  - reciclagem ou disposição de resíduos e outros materiais?
  - impactos ambientais?
  - construtibilidade?
  - ciclo de vida da edificação (ou das tecnologias envolvidas)?
5. Como se dá a troca de informações nesta etapa? É utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?
6. Quanto tempo normalmente dura esta etapa, ou a sua participação?

**IV - DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

1. Como você participa desta etapa?
2. Quem normalmente participa (outros profissionais/empresas)?
3. Quais os tipos de projetos normalmente desenvolvidos para este tipo de empreendimento?
4. Como se dá a troca de informações nesta etapa? É utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?
5. Quanto tempo normalmente dura esta etapa, ou a sua participação?

**V - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS**

1. Você participa desta etapa? Como?
2. Quem normalmente participa (outros profissionais/empresas)?
3. Como se dá a troca de informações nesta etapa? É utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?
4. Quanto tempo normalmente dura esta etapa, ou a sua participação?
5. Que tipo de falha são normalmente detectadas nesta etapa?

**VI - EXECUÇÃO**

1. Você participa, ou de alguma forma se envolve nesta etapa? Como?
2. Que tipo de problemas normalmente ocorreram nesta etapa?
3. Quem normalmente participa (outros profissionais/empresas)?
4. Como se dá a troca de informações nesta etapa? É utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?

**VI – DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO**

1. Como os dados sobre APO, manutenção e/ou desempenho do edifício retroalimentam o processo de projeto deste tipo de empreendimento?

**ROTEIRO 02**  
**ENTREVISTA COM PROJETISTAS E FORNECEDORES**

Nome do entrevistado: _____	Data: ___/___/___
Profissão: _____	Tempo de experiência: _____
Empreendimento: _____	Tipo de participação: _____
Segmentos de atuação: _____	Tempo de atuação: _____

**I - CONCEITOS**

- 1) Na sua visão, qual o conceito de *Edifício de Alto Desempenho* (ou *Edifício Inteligente*)?
- 2) Quais as características indispensáveis para este tipo de empreendimento?
- 3) O quê mudou em sua forma de trabalhar a partir deste conceito?

**II - CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO (PROJETO)**

- 1) Como foram definidas as características deste empreendimento? Que tipo de informações foram consideradas? Quais os profissionais envolvidos?
- 2) Em que momentos estas informações alimentaram o processo de concepção do empreendimento?
- 3) Você participou, ou de alguma forma se envolveu na etapa de concepção deste empreendimento?
- 4) Você participou, ou de alguma forma se envolveu no desenvolvimento de pesquisas de mercado (ou outras ferramentas) para definir as características do empreendimento, o perfil do investidor ou do usuário?
- 5) Quanto tempo durou esta etapa, ou a sua participação?

**III - ESCOLHA DE TECNOLOGIAS**

- 1) Você participou, ou de alguma forma se envolveu na escolha de tecnologias para este empreendimento? Como?
- 2) Quem mais participou (outros profissionais/empresas)?
- 3) Que tipo de critérios foram adotados para definir o tipo de tecnologia a ser incorporada ao empreendimento?
- 4) Quais dos aspectos abaixo mereceram maior destaque na avaliação das tecnologias:
  - facilidades de operação?
  - facilidades de manutenção?
  - facilidades de reposição?
  - racionalização da utilização de energia?
  - racionalização da utilização de água?
  - racionalização da utilização de recursos humanos?
  - reciclagem ou disposição de resíduos e outros materiais?
  - impactos ambientais?
  - construtibilidade?
  - ciclo de vida da edificação (ou das tecnologias envolvidas)?
- 5) Como se deu a troca de informações nesta etapa? Foi utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?
- 6) Quanto tempo durou esta etapa, ou a sua participação?

**IV - DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

- 1) Como você participou desta etapa?
- 2) Quem mais participou (outros profissionais/empresas)?
- 3) Quais os tipos de projeto desenvolvidos para este empreendimento?
- 4) Como se deu a troca de informações nesta etapa? Foi utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?
- 5) Quanto tempo durou esta etapa, ou a sua participação?

**V - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE PROJETOS**

- 1) Você participou desta etapa? Como?
- 2) Quem mais participou (outros profissionais/empresas)?
- 3) Como se deu a troca de informações nesta etapa? Foi utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?
- 4) Quanto tempo durou esta etapa, ou a sua participação?
- 5) Que tipo de falhas foram detectadas nesta etapa?

**VI - EXECUÇÃO**

- 1) Você participou, ou de alguma forma se envolveu nesta etapa? Como?
- 2) Que tipo de problemas ocorreram?
- 3) Quem mais participou (outros profissionais/empresas)?
- 4) Como se deu a troca de informações nesta etapa? Foi utilizada alguma ferramenta de gerenciamento ou sistemática de comunicação específica?

**VI – DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO**

- 1) Como os dados sobre APO, manutenção e/ou desempenho do edifício alimentaram o processo de projeto deste empreendimento?

## ROTEIRO 03

## ENTREVISTA COM REPRESENTANTES DE ADMINISTRADORAS DE CONDOMÍNIO

Nome do entrevistado: _____	Data: ___/___/___
Função ou cargo: _____	Tempo de experiência: _____
Empresa: _____	Tempo de atuação no edifício: _____
Edifício: _____	Abrangência do contrato: ( ) Todo o edifício ( ) Parcial

## I - CONCEITOS

<ol style="list-style-type: none"><li>1) Na sua visão, qual o conceito de <i>Edifício de Alto Desempenho</i> (ou <i>Edifício Inteligente</i>)?</li><li>2) Quais as características indispensáveis para este tipo de empreendimento?</li><li>3) O quê mudou em sua forma de trabalhar a partir deste conceito?</li><li>4) Quais as diferenças básicas neste tipo de empreendimento, nas atividades de uso e manutenção/operação?</li><li>5) O que justifica este tipo de empreendimento? Quais são as desvantagens?</li><li>6) Quais as principais deficiências deste mercado?</li></ol>
---

## I - FASE DE MANUTENÇÃO DO EMPREENDIMENTO

<ol style="list-style-type: none"><li>7) Como é feita a manutenção deste edifício? Há algum tipo de procedimento documentado? Como são as rotinas?</li><li>8) Estão disponíveis dados sobre os principais problemas (reclamações de clientes) ocorridos ao longo da vida útil do edifício?</li><li>9) Há algum sistema ou recurso gerenciado por BMS (<i>Building Management System</i>)? Como é feito este gerenciamento (centralizado, em pontos distribuídos, remoto, etc.)?</li><li>10) Estão disponíveis dados sobre os consumo de água, energia e recursos humanos, entre outros recursos gerenciados pelo condomínio?</li><li>11) É feito algum tipo de monitoramento das condições pós-ocupação do edifício? Há dados disponíveis sobre avaliação de desempenho?</li><li>12) Estes dados auxiliam, ou de alguma forma são considerados na manutenção do edifício? Como?</li></ol>
---

## QUESTIONÁRIO

## AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO \_\_\_\_\_

Este questionário faz parte de um estudo que está sendo realizado com alguns dos mais importantes edifícios das cidades de São Paulo e Vitória, no desenvolvimento de uma pesquisa para obtenção do título de mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

Juntamente com outros dados, suas respostas nos ajudarão a avaliar o desempenho deste e de outros edifícios quanto às suas instalações e características mais importantes, contribuindo para a implementação de tecnologias que proporcionem cada vez mais conforto para o usuário dos edifícios comerciais.

Solicitamos sua colaboração no sentido de responder a esta pesquisa **encaminhando-a ao** \_\_\_\_\_, se possível **até o dia** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Agradecemos desde já sua colaboração.

Tipo de Usuário:		Data: ___/___/___			
<input type="checkbox"/> Locatário <input type="checkbox"/> Proprietário <input type="checkbox"/> Condomínio <input type="checkbox"/> Visitante					
Tempo de utilização das instalações do edifício:			Frequência de utilização das instalações do edifício:		
_____ Anos    _____ Meses			( ) diariamente    ( ) eventualmente		
Ramo de atuação da empresa: _____			Cargo ou Função: _____		
COMO VOCÊ CLASSIFICA ?	PÉSSIMO 0,0 a 2,5	RUIM 2,5 a 5,0	BOM 5,0 a 7,5	ÓTIMO 7,5 a 10,0	
CONSIDERE O EDIFÍCIO COMO UM TODO					
1. As condições de conforto térmico					
2. As condições de conforto acústico					
3. As condições de iluminação					
4. As instalações hidro-sanitárias					
5. A distribuição dos espaços					
6. Os corredores (dimensões e distribuição)					
7. As escadas (dimensões e distribuição)					
8. Os elevadores (quantidade, tamanho e localização)					
9. A sinalização interna					
10. A sinalização externa (entorno do edifício)					
11. A Segurança do edifício contra o fogo					
12. A Segurança do edifício contra acidentes					
13. A adaptação do edifício ao uso para deficientes físicos					
14. A aparência externa do edifício					
15. A infra-estrutura de serviços da região (transporte, comércio, lazer)					
16. De modo geral, considero o edifício como					
CONSIDERE SOMENTE O SEU AMBIENTE DE TRABALHO					
17. O tamanho dos ambientes					
18. A distribuição dos espaços					
19. A iluminação dos ambientes					
20. Os sanitários (ventilação, localização, quantidade)					
21. As condições de conforto térmico					
22. A interferência de ruídos internos (do próprio edifício)					
23. A interferência de ruídos externos (do entorno do edifício)					
24. Os serviços disponíveis (telefone, redes de dados, Internet, etc.)					
25. De modo geral, considero meu ambiente de trabalho como					

## FICHA DE AVALIAÇÃO DO EDIFÍCIO \_\_\_\_\_

REQUISITOS A SEREM AVALIADOS	AVALIAÇÕES/OBSERVAÇÕES
<b>SEGURANÇA ESTRUTURAL</b> (resistência mecânica, resistência a impactos e ações acidentais...)	
<b>SEGURANÇA AO FOGO</b> (limitações na influência ao risco de início e propagação de fogo; elementos de segurança para casos de incêndios, tais como sistemas de alarme e extinção de focos de fogo; condições para evacuações em tempos eficientes e para redução de efeitos da fumaça e calor)	
<b>SEGURANÇA DE UTILIZAÇÃO</b> (segurança no uso e operação dos equipamentos; segurança contra intrusões (pessoas e animais) nas áreas comuns e de movimentação/circulação).	
<b>HABILIDADE</b> (estanqueidade dos ambientes, subsistemas e componentes em relação a elementos líquidos e sólidos e gasosos)	
<b>HIGIENE</b> (condições para higiene pessoal e dos ambientes, abastecimento de água e remoção de resíduos, limitações na emissão de contaminantes).	
<b>QUALIDADE DO AR</b> (ventilação, controle de odores, cuidados com a pureza do ar)	
<b>CONFORTO HIGROTÉRMICO</b> (limitações das propriedades térmicas, possibilitando o controle da temperatura e da umidade relativa do ar e das superfícies; controle da velocidade do ar, da radiação térmica e de condensações)	
<b>CONFORTO VISUAL</b> (iluminação natural e artificial, insolação, possibilidade de escurecimento, aspecto dos espaços e das superfícies, acabamentos e contato visual interna e externamente)	
<b>CONFORTO ACÚSTICO</b> (isolamento acústico e níveis de ruídos dos ambientes)	
<b>CONFORTO TÁTIL</b> (propriedades adequadas quanto à rugosidade, umidade, temperatura, eliminação ou redução de cargas de eletricidade estática nas superfícies de modo geral)	
<b>CONFORTO ANTROPODINÂMICO</b> (ergonomia, limitações de vibrações e acelerações, esforços do vento, de manobra e movimentações de todo tipo)	
<b>ADAPTAÇÃO À UTILIZAÇÃO</b> (tamanho, quantidade, geometria dos espaços e equipamentos, previsão de serviços e de condições específicas de utilização (deficientes, por exemplo), flexibilidade)	

## FICHA DE AVALIAÇÃO DO EDIFÍCIO \_\_\_\_\_

REQUISITOS A SEREM AVALIADOS	AVALIAÇÕES/OBSERVAÇÕES
<b>DURABILIDADE</b> (conservação das características da edificação ao longo de sua vida útil; limitações relativas ao desgaste e deterioração de materiais, equipamentos e subsistemas)	
<b>ECONOMIA</b> (custos iniciais, de operação, custos de manutenção e reposição durante o uso)	
<b>INFRA-ESTRUTURA DE SERVIÇOS</b> (serviços de transmissão de dados, telefonia, internet; facilidades para expansão)	
<b>URBANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO DE OCUPAÇÃO</b> (integração da edificação com a região por ela influenciada, aspectos paisagísticos, infra-estrutura de serviços públicos (coleta de lixo, abastecimento de água, energia, transportes; impactos ambientais; poluição visual, sonora, etc.)	
<b>USO RACIONAL DE RECURSOS</b> (equipamentos e sistemas devem possibilitar o uso eficiente de água e energia e outros recursos; o empreendimento deve prever cuidados com a racionalização a partir de sua concepção, construção até as atividades de manutenção e operação)	
<b>REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM</b> (uso de materiais e componentes produzidos a partir de matéria-prima reciclada ou proveniente de utilização anterior (reutilização); uso de materiais que incluam o aproveitamento de resíduos gerados em outras indústrias)	
<b>SAÚDE E QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO</b> (uso de materiais atóxicos, antifungos e antialérgicos; técnicas de descontaminação, entre outras; especificação de móveis reguláveis visando o conforto ergonômico de cada usuário)	
<b>GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO</b> (cuidados relativos, aos impactos ambientais e sociais causados nas suas etapas de construção; medidas para preservação/aproveitamento de áreas verdes existentes e recuperação de áreas degradadas; minimização do desperdício; destinação do entulho de obra, uso de água e energia; saúde do trabalhador (uso reduzido de materiais tóxicos, técnicas de pré-montagem)	
<b>ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO</b> (aspectos que influenciam o desempenho da edificação nas atividades de construção, uso/operação/manutenção e <i>desconstrução</i> ; escolha de materiais, componentes, sistemas, equipamentos na fase de projeto e planejamento)	

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO \_\_\_\_\_

### SITUAÇÃO

Localização: <i>Tipo de região (residencial, comercial, industrial, etc.)</i>
Aspectos paisagísticos e do entorno: <i>Descrever as condições de urbanização no entorno da edificação, o tipo de bairro, etc.</i>
Acesso: <i>Indicar a proximidade com as principais vias de acesso da cidade.</i>
Infra-estrutura de comunicação de local: <i>Descrever a infra-estrutura de comunicação externa (tipo e quantidade de entradas telefônicas, de dados, imagem, satélites, etc.).</i>

### ESTRUTURA

Área Construída: <i>Indicar a área total construída (verificar em projeto as built).</i>
Estratégia térmica do envelope: <i>Descrever os sistemas de vedação, estrutura, fechamentos e demais sistemas que compõem as diversas fachadas do edifício, indicando possíveis recursos que contribuam para o equilíbrio térmico da edificação.</i>
Número de pavimentos: <i>Verificar em projeto (as built) o número de pavimentos.</i>
Área do pavimento tipo: <i>Verificar em projeto (as built).</i>
Profundidade do pavimento tipo: <i>Verificar em projeto (as built).</i>
Distribuição de espaços: <i>Descrever resumidamente o tipo e a quantidade de ambientes (Verificar em projeto as built).</i>
Tamanho das salas: <i>Verificar em projeto (as built).</i>
Taxa de ocupação: <i>Percentual de ocupação por proprietários e locatários.</i>
Pé-direito arquitetônico: <i>Verificar em projeto (as built).</i>
Pé-direito livre (de laje a laje): <i>Verificar em projeto (as built).</i>
Acesso: <i>Descrever as condições de acesso às instalações físicas da edificação (acesso para deficientes, de entradas e elevadores independentes para serviços e carga/descarga, se o acesso é coberto, se há heliportos ou outras formas alternativas de acesso, se há entreposto para carga/descarga, facilidades de reciclagem, condições de segurança, sinalização, etc.).</i>
Circulação: <i>Indicar adequação ao acesso e circulação de deficientes físicos, sinalização interna e externa, etc.</i>

### ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: <i>Descrever a forma de condicionamento do ar (*), janelas (tipo, distribuição e quantidade, etc.).</i>
Estratégia de controle solar: <i>Indicar o tipo de revestimento e vedação das esquadrias e sistemas de fechamento e de cobertura, sistemas de proteção de fachadas, etc.</i>
Estratégia de racionalização do uso da água: <i>Indicar as formas de economia de água, equipamentos, reversas, etc.</i>
Estratégia para controle da qualidade do ar: <i>Indicar cuidados com a qualidade do ar (ensaios de monitoramento, rotinas de manutenção e limpeza dos sistemas de ar condicionado, etc.).</i>
Estratégia de ventilação natural: <i>Verificar e descrever os recursos de ventilação natural, se houverem.</i>
Estratégia de iluminação natural: <i>Verificar e descrever os recursos de iluminação natural, se houverem.</i>
Estratégia de isolamento acústico: <i>Verificar e descrever os recursos de isolamento acústico, se houverem.</i>

### SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: <i>Sistema de condicionamento do ar (*) (indicar a existência de controle e zoneamentos).</i>
Acesso de usuários para controle: <i>Indicar o sistema de controle e gerenciamento de energia, água e outros recursos (ainda que seja manual e reativo). Indicar a existência ou previsão para instalação sistema de gerenciamento predial (BMS).</i>

Provisão alternativa de energia: *Indicar fontes alternativas de energia tais como sistemas de baterias, geradores e outros recursos, existência de sistema de energia estabilizada, indicando que parte das instalações ele atende (\*).*

Sistema de comunicações: *Indicar se há disponibilidade de serviços de acesso/conexão externa e/ou interna, tais como Internet ou Intranet, identificando de quem é a responsabilidade pela operação e manutenção destes serviços (proprietário ou locatário).*

Transporte vertical: *Indicar o tipo, distribuição e quantidade de elevadores e rampas (verificar em projeto as built).*

Iluminação: *Indicar o nível de iluminação, a existência de zonas de iluminação e de circuitos especiais (circuitos de emergência, iluminação de sinalização, fotocelular, etc.), tipo principal de luminárias nas áreas comuns, etc.*

Sistema de Automação predial: *Tipo de gerenciamento existente (ou previsão), indicar quais sistemas estão interligados ao BMS (e como se dá tal interligação, se é centralizada ou por estações distribuídas), forma de promover a economia de água e energia.*

Segurança: *Descrever o sistema de segurança (circuitos de TV, filmagem, áreas cobertas pelos circuitos, etc.), tipos de acesso ao edifícios (diurna e noturna) alarmes de presença e intrusão, etc. Incluir dados sobre a segurança contra incêndios.*

#### **INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA**

Sistema de distribuição de cabeamento: *Indicar a existência de pré-cablagens (shafts, pisos e forros apropriados), capacidade, tipo de distribuição (estrela, etc.), tipo e quantidade de backbones, uso de fibras óticas, tipo de cabo, etc.*

Infra-estrutura de comunicação: *Tipo de cabeamento (estruturado ou não), forma de conexão e (existência e distribuição de salas de telemática ou ambientes com a função de abrigar hardwares de conexão).*

(\*) Atividades que podem produzir resíduos (sólidos, líquidos e/ou gasosos) e/ou gerar poluição (sonora, visual, etc.). Descrever a destinação dada pela administração do edifício aos resíduos e a forma de controle da poluição.

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO I

## SITUAÇÃO

Localização: <b>Área residencial transformando-se rapidamente em área comercial.</b>
Aspectos paisagísticos e do entorno: <b>Alguma vegetação, estacionamentos.</b>
Acesso: <b>Cercado por uma das maiores estradas e rotas de ônibus da região, próxima à auto-estrada.</b>
Infra-estrutura de comunicação de local: <b>Um operador de telecomunicações, troca única, uma entrada telefônica com 900 linhas, uma entrada em fibra ótica para dados, bases para instalação de satélite na cobertura.</b>

## ESTRUTURA

Área Construída: <b>26.038m<sup>2</sup></b>
Estratégia térmica do envelope: <b>Estrutura de concreto, miolo central rígido, vidros reflectivos duplos de 8mm.</b>
Número de pavimentos: <b>11 e 13 pavimentos de escritórios.</b>
Área do pavimento tipo: <b>720m<sup>2</sup> em cada torre.</b>
Profundidade do pavimento tipo: <b>14m</b>
Distribuição de espaços: <b>Flexível, feita por divisórias na maioria dos ambientes.</b>
Tamanho das salas: <b>Sem padrão definido, variando de acordo com as necessidades do usuário.</b>
Taxa de ocupação: <b>Proprietários 75%, locatários 83%, para cada prédio.</b>
Pé-direito arquitetônico: <b>2,60m</b>
Pé-direito livre (de laje a laje): <b>3,75m</b>
Acesso: <b>Acesso da entrada principal coberto, claramente identificado, incluindo acesso para deficientes e visitantes, inclui entrada independente para cargas e entreposto.</b>
Circulação: <b>Corredores largos sinalizados, adaptados ao uso para deficientes físicos.</b>

## ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: <b>Ar condicionado central e janelas que podem ser abertas mas são mantidas fechadas.</b>
Estratégia de controle solar: <b>Vidros duplos reflectivos, difusor linear sobre cada janela.</b>
Estratégia de racionalização do uso da água: <b>Não há.</b>
Estratégia para controle da qualidade do ar: <b>Não há.</b>
Estratégia de ventilação natural: <b>Não há.</b>
Estratégia de iluminação natural: <b>Janelas que podem ser mantidas abertas.</b>
Estratégia de isolamento acústico: <b>Não há.</b>

## SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: <b>Duas unidades chilleres, oito zonas de conforto, por andar (2 interiores e 6 externas), 6 box VAV<sup>1</sup> por andar, tanques de gelo em porões, 2 casas de máquinas por andar.</b>
Acesso de usuários para controle: <b>Por BMS<sup>2</sup>, somente através da administração do condomínio.</b>
Provisão alternativa de energia: <b>Somente para sistemas de emergência, possui espaço para No-Breaks para usuários.</b>
Sistema de comunicações: <b>De responsabilidade do usuário.</b>
Transporte vertical: <b>4 elevadores por prédio, sendo 1 de carga, controles acessíveis para deficientes, integrado ao BMS, 2 elevadores servindo ao estacionamento e térreo.</b>
Iluminação: <b>500 lux, sem zoneamento ou circuitos especiais de iluminação.</b>
Sistema de Automação predial: <b>Inclui os sistemas de iluminação, força, água e ar condicionado. Acesso restrito à administração do condomínio, centralizado em um único ponto.</b>
Segurança: <b>Cartão de acesso para o estacionamento, prédio e salas, escada de incêndio pressurizada, Circuito Fechado de TV colorido cobrindo áreas estratégicas.</b>

## INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Sistema de distribuição de cabeamento: <b>Tronco estruturado, cabeamento elétrico, sem central de PABX, linhas de telefone e de dados por conta do usuário.</b>
Infra-estrutura de comunicação: <b>Todos as elevações (em piso elevado e forro) no miolo do prédio, sistemas de comunicações e eletricidade separados, não possui sala de telemática.</b>

<sup>1</sup> Volume de ar variável.

<sup>2</sup> Building Management System.

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO II

## SITUAÇÃO

Localização: <b>Novo centro de negócios da região.</b>
Aspectos paisagísticos e do entorno: <b>O edifício inclui facilidades, parque central, lanchonete e alguma vegetação.</b>
Acesso: <b>Adjacente à maior estrada e estação de metrô da cidade, a 10 min da linha de ônibus.</b>
Infra-estrutura de comunicação de local: <b>Um operador de telecomunicações, troca única, um ponto de entrada telefônica por fibra ótica, bases para instalação de satélite na cobertura.</b>

## ESTRUTURA

Área Construída: <b>61.799m<sup>2</sup></b>
Estratégia térmica do envelope: <b>Estrutura de concreto, miolo central rígido, aço, hall de ligação com o estacionamento.</b>
Número de pavimentos: <b>22 pavimentos, 3 coberturas + térreo.</b>
Área do pavimento tipo: <b>1.461m<sup>2</sup></b>
Profundidade do pavimento tipo: <b>14m</b>
Distribuição de espaços: <b>Flexível, feita por divisórias na maioria dos ambientes.</b>
Tamanho das salas: <b>Sem padrão definido, variando de acordo com as necessidades do usuário.</b>
Taxa de ocupação: <b>100% locatários.</b>
Pé-direito arquitetônico: <b>2,75m</b>
Pé-direito livre (de laje a laje): <b>4,00m</b>
Acesso: <b>Acesso coberto, adaptado ao uso para deficientes, acesso para visitantes, possui heliponto porém não adaptado ao uso para deficientes, entrada independente para cargas, incluindo entreposto, facilidades de reciclagem de resíduos e coleta de lixo, segurança e elevador exclusivo para cargas. Acesso pela entrada principal claramente identificado.</b>
Circulação: <b>Corredores largos sinalizados, adaptados ao uso para deficientes físicos.</b>

## ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: <b>Ar condicionado central, sem janelas que possam ser mantidas abertas.</b>
Estratégia de controle solar: <b>Vidros reflectivos, com intensidades diferentes em cada área.</b>
Estratégia de racionalização do uso da água: <b>Não há.</b>
Estratégia para controle da qualidade do ar: <b>Não há.</b>
Estratégia de ventilação natural: <b>Não há.</b>
Estratégia de iluminação natural: <b>Não há.</b>
Estratégia de isolamento acústico: <b>Não há.</b>

## SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: <b>Uma unidade Chiller e 10 zonas VAV<sup>3</sup> por andar, controlado exclusivamente por BMS<sup>4</sup>, tanques de gelo em porões.</b>
Acesso de usuários para controle: <b>Por BMS, somente através da administração do condomínio.</b>
Provisão alternativa de energia: <b>Somente para sistemas de emergência, possui espaço para No-Breaks para usuários.</b>
Sistema de comunicações: <b>De responsabilidade do usuário.</b>
Transporte vertical: <b>Oito elevadores para escritórios, com estratégia de zoneamento; 1 elevador exclusivo para carga, 1 para lanchonete, 2 para estacionamento, 1 para o térreo e o mezanino.</b>
Iluminação: <b>Seis zonas de iluminação por andar, + circuito de emergência.</b>
Sistema de Automação predial: <b>Sistema separado para segurança, incêndio e elevadores; sistemas de ar condicionado, força, água e iluminação integrados ao BMS.</b>
Segurança: <b>Cartões de acesso, Circuito Fechado de TV colorido cobrindo áreas suscetíveis, acesso eletrônico para áreas selecionadas, alarme de intrusão.</b>

## INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Sistema de distribuição de cabeamento: <b>Infra-estrutura de cabeamento estruturado disponível em piso elevado.</b>
Infra-estrutura de comunicação: <b>Todos os serviços elevados mas em elevações separadas, sem cabeamento na estrutura de cabeamento estruturado, sala de telemática compartilhada com equipamentos elétricos.</b>

<sup>3</sup> Volume de ar variável.

<sup>4</sup> Building Management System.

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO III

## SITUAÇÃO

Localização: <a href="#">Região comercial em expansão.</a>
Aspectos paisagísticos e do entorno: <a href="#">Comércio local, outros edifícios altos e alguma vegetação, sem planejamento paisagístico.</a>
Acesso: <a href="#">Situado em uma das principais vias de acesso ao aeroporto da cidade (a 10 minutos), linhas de ônibus disponíveis.</a>
Infra-estrutura de comunicação de local: <a href="#">Entrada telefônica por fibra ótica, em ponto único, bases para instalação de satélite ou rádio na cobertura.</a>

## ESTRUTURA

Área Construída: <a href="#">17.142m<sup>2</sup></a>
Estratégia térmica do envelope: <a href="#">Estrutura de concreto, vedação com blocos de concreto celular, vidros reflexivos.</a>
Número de pavimentos: <a href="#">Duas torres, com 08 pavimentos tipo, 1 mezanino, 2 pavimentos de garagem e térreo em cada torre.</a>
Área do pavimento tipo: <a href="#">462m<sup>2</sup> e 652 m<sup>2</sup></a>
Profundidade do pavimento tipo: <a href="#">08m</a>
Distribuição de espaços: <a href="#">Rígida, feita por paredes de alvenaria ou bloco celular de concreto.</a>
Tamanho das salas: <a href="#">Fixo, padrão definido em projeto, variando de 30m<sup>2</sup> a 104m<sup>2</sup>.</a>
Taxa de ocupação: <a href="#">Apenas 30% do edifício ocupado, somente proprietários.</a>
Pé-direito arquitetônico: <a href="#">2,90m (sem forro)</a>
Pé-direito livre (de laje a laje): <a href="#">2,90m</a>
Acesso: <a href="#">Acesso descoberto, não adaptado ao uso para deficientes físicos, entrada comum para visitantes e usuários, elevador exclusivo para cargas. Acesso claramente identificado somente nas proximidades da entrada principal.</a>
Circulação: <a href="#">Não adaptado ao uso para deficientes físicos, possuindo ressaltos nos pisos e portas e elevadores estreitos.</a>

## ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: <a href="#">Aparelhos de janela, ar condicionado central no térreo (a ser instalado).</a>
Estratégia de controle solar: <a href="#">Vidros reflexivos em todas as fachadas, abertura.</a>
Estratégia de racionalização do uso da água: <a href="#">Não há.</a>
Estratégia para controle da qualidade do ar: <a href="#">Não há.</a>
Estratégia de ventilação natural: <a href="#">Janelas que podem ser mantidas abertas.</a>
Estratégia de iluminação natural: <a href="#">Janelas que podem ser mantidas abertas, aberturas nas áreas de circulação em uma das torres apenas.</a>
Estratégia de isolamento acústico: <a href="#">Alvenaria de vedação com bloco de concreto celular mas não intencionalmente por razões de isolamento acústico.</a>

## SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: <a href="#">Não há.</a>
Acesso de usuários para controle: <a href="#">Não há.</a>
Provisão alternativa de energia: <a href="#">Espaço reservado para instalação de No-Breaks por usuários.</a>
Sistema de comunicações: <a href="#">De responsabilidade do usuário.</a>
Transporte vertical: <a href="#">2 elevadores em uma torre e 3 na outra, todos gerenciados por sistema de controlador de tráfego que permite ainda programação (local ou remota) de paradas e velocidades, de manutenção por histórico de serviços.</a>
Iluminação: <a href="#">Luminárias fluorescentes de baixa potência, sem zoneamento ou sensoramento.</a>
Sistema de Automação predial: <a href="#">Não há.</a>
Segurança: <a href="#">Circuito de TV nos elevadores, previsão para instalação de sistema de segurança (possivelmente cartão).</a>

## INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Sistema de distribuição de cabeamento: <a href="#">Distribuição vertical por shafts no miolo do edifício, distribuição horizontal embutida nas paredes, tetos e pisos.</a>
Infra-estrutura de comunicação: <a href="#">Previsão para sala de telemática no térreo de uma das torres, infra-estrutura para comunicação via satélite ou rádio disponível.</a>

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO IV (\*)

## SITUAÇÃO

Localização: <b>Região comercial em expansão.</b>
Aspectos paisagísticos e do entorno: <b>Vista para o mar e parques, urbanização e vegetação planejada, previsão para instalação de lojas e áreas de vivência.</b>
Acesso: <b>Situado em uma das principais vias de acesso ao aeroporto da cidade (a 10 minutos), linhas de ônibus disponíveis.</b>
Infra-estrutura de comunicação de local: <b>Instalação de satélite e rádio em estudo.</b>

## ESTRUTURA

Área a ser construída: <b>aproximadamente 13.400m<sup>2</sup></b>
Estratégia térmica do envelope: <b>Estrutura de concreto, vidros reflexivos.</b>
Número de pavimentos: <b>17 pavimentos tipo e 03 para garagem.</b>
Área do pavimento tipo: <b>670m<sup>2</sup></b>
Profundidade do pavimento tipo: <b>16m</b>
Distribuição de espaços: <b>Modular, com divisórias de alvenaria.</b>
Tamanho das salas: <b>Variando entre 37,40m<sup>2</sup> e 670m<sup>2</sup></b>
Taxa de ocupação: <b>Indefinido.</b>
Pé-direito arquitetônico (sem forro): <b>2,80m</b>
Pé-direito livre (de laje a laje): <b>3,00m</b>
Acesso: <b>Acesso descoberto, com adaptação ao uso para deficientes físicos, entradas independentes para visitantes e usuários.</b>
Circulação: <b>Elevadores e corredores adaptados ao uso para deficientes físicos.</b>

## ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: <b>Ambientes climatizados por ar condicionado central, ventilação forçada em sanitários.</b>
Estratégia de controle solar: <b>Vidros reflexivos em todas as fachadas, abertura.</b>
Estratégia de racionalização do uso da água: <b>Não há.</b>
Estratégia para controle da qualidade do ar: <b>Sistema de ar condicionado com renovação permanente do ar.</b>
Estratégia de ventilação natural: <b>Não há.</b>
Estratégia de iluminação natural: <b>Vidros reflexivos.</b>
Estratégia de isolamento acústico: <b>Não há.</b>

## SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: <b>Sistema de climatização com zonas diferenciadas (zoneamento ainda em estudo).</b>
Acesso de usuários para controle: <b>Em estudo.</b>
Provisão alternativa de energia: <b>Grupo gerador de energia para atendimento de serviços essenciais.</b>
Sistema de comunicações: <b>Telefonia digital, tarifada diretamente pela concessionária, de responsabilidade do usuário.</b>
Transporte vertical: <b>07 elevadores de alta velocidade (sendo 01 exclusivo para garagem e térreo e 02 de uso exclusivo por usuários), todos gerenciados por sistema controlador de tráfego, com comando de voz e travamento em caso de sobrecarga.</b>
Iluminação: <b>Em estudo.</b>
Sistema de Automação predial: <b>Sistema central para controle dos sistemas de energia, abastecimento de água, ar condicionado, elevadores, alarme de incêndio, controle de acesso, som, Internet e telefonia.</b>
Segurança: <b>Acesso por cartões magnéticos, check-in fotográfico, portas automáticas, acesso controlado ao estacionamento.</b>

## INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Sistema de distribuição de cabeamento: <b>Distribuição vertical por shafts no miolo do edifício, distribuição horizontal embutida nas paredes, tetos e pisos.</b>
Infra-estrutura de comunicação: <b>Previsão para sala de telemática, cabeamento estruturado que possibilitará que o usuário incorpore redes para Internet, Intranet, circuito fechado de TV e TV a cabo.</b>

(\*) As características aqui descritas referem-se às especificações de projeto, fase na qual o empreendimento encontrava-se no momento da construção desta ficha.

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO V (\*)

## SITUAÇÃO

Localização: <a href="#">Região comercial em expansão.</a>
Aspectos paisagísticos e do entorno: <a href="#">Vista para o mar e parques, urbanização e vegetação planejada.</a>
Acesso: <a href="#">Situado em uma das principais vias de acesso ao aeroporto da cidade (a 10 minutos), linhas de ônibus disponíveis.</a>
Infra-estrutura de comunicação de local: <a href="#">Instalação de bases para satélite em estudo.</a>

## ESTRUTURA

Área a ser construída: <a href="#">aproximadamente 16.000 m<sup>2</sup></a>
Estratégia térmica do envelope: <a href="#">Estrutura de concreto, vidros reflexivos.</a>
Número de pavimentos: <a href="#">01 torre com 25 e outra com 20 pavimentos, sendo 02 de garagem em cada uma.</a>
Área do pavimento tipo: <a href="#">600m<sup>2</sup> e 450m<sup>2</sup></a>
Profundidade do pavimento tipo: <a href="#">8m e 14m</a>
Distribuição de espaços: <a href="#">Fixa.</a>
Tamanho das salas: <a href="#">Variando entre 42m<sup>2</sup> e 450m<sup>2</sup></a>
Taxa de ocupação: <a href="#">Indefinido.</a>
Pé-direito arquitetônico (sem forro): <a href="#">2,70m</a>
Pé-direito livre (de laje a laje): <a href="#">3,00m</a>
Acesso: <a href="#">Acesso descoberto, com adaptação ao uso para deficientes físicos, entrada comum para visitantes e usuários.</a>
Circulação: <a href="#">Elevadores e corredores adaptados ao uso para deficientes físicos.</a>

## ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: <a href="#">Ambientes climatizados por aparelhos independentes, ventilação natural nos corredores e forçada nos sanitários.</a>
Estratégia de controle solar: <a href="#">Vidros reflexivos na fachadas frontal.</a>
Estratégia de racionalização do uso da água: <a href="#">Em estudo.</a>
Estratégia para controle da qualidade do ar: <a href="#">Em estudo.</a>
Estratégia de ventilação natural: <a href="#">Janelas que podem ser mantidas abertas.</a>
Estratégia de iluminação natural: <a href="#">Vidros reflexivos.</a>
Estratégia de isolamento acústico: <a href="#">Não há.</a>

## SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: <a href="#">Não há.</a>
Acesso de usuários para controle: <a href="#">Não há.</a>
Provisão alternativa de energia: <a href="#">Grupo gerador de energia para atendimento de serviços essenciais e de emergência.</a>
Sistema de comunicações: <a href="#">Em estudo.</a>
Transporte vertical: <a href="#">Previsão para instalação de 04 elevadores, características em estudo.</a>
Iluminação: <a href="#">Em estudo.</a>
Sistema de Automação predial: <a href="#">Em estudo.</a>
Segurança: <a href="#">Acesso por cartões magnéticos, check-in fotográfico, portas automáticas, acesso controlado ao estacionamento em estudo.</a>

## INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Sistema de distribuição de cabeamento: <a href="#">Distribuição vertical por shafts no miolo do edifício, demais características em estudo.</a>
Infra-estrutura de comunicação: <a href="#">Previsão para sala de telemática, circuito fechado de TV e TV a cabo.</a>

(\*) As características aqui descritas referem-se às especificações de projeto, fase na qual o empreendimento encontrava-se no momento da construção desta ficha.

## FICHA TÉCNICA DO EDIFÍCIO VI (\*)

## SITUAÇÃO

Localização: Região comercial em expansão, adjacente à área residencial.
Aspectos paisagísticos e do entorno: Vista para o mar e parques, urbanização e vegetação planejada.
Acesso: Situado em uma das principais vias de acesso ao aeroporto da cidade (a 10 minutos), linhas de ônibus disponíveis.
Infra-estrutura de comunicação de local: Em estudo.

## ESTRUTURA

Área a ser construída: aproximadamente 19.800m <sup>2</sup>
Estratégia térmica do envelope: Estrutura de concreto, vidros reflexivos.
Número de pavimentos: 27 pavimentos, sendo 20 pavimentos tipo, 04 de garagem, 01 térreo e 01 mezanino e 01 para área de eventos.
Área do pavimento tipo: 650m <sup>2</sup>
Profundidade do pavimento tipo: 10m
Distribuição de espaços: Fixa.
Tamanho das salas: 40m <sup>2</sup>
Taxa de ocupação: Indefinido.
Pé-direito arquitetônico (sem forro): 2,90m
Pé-direito livre (de laje a laje): 3,10m
Acesso: Acesso descoberto, com adaptação ao uso para deficientes físicos, entrada comum para visitantes e usuários.
Circulação: Elevadores e corredores adaptados ao uso para deficientes físicos.

## ECO-EFICIÊNCIA

Estratégia de serviços: Ambientes climatizados por aparelhos independentes, ventilação forçada nos sanitários.
Estratégia de controle solar: Vidros reflexivos na fachada frontal.
Estratégia de racionalização do uso da água: Não há.
Estratégia para controle da qualidade do ar: Em estudo.
Estratégia de ventilação natural: Não há.
Estratégia de iluminação natural: Vidros reflexivos.
Estratégia de isolamento acústico: Não há.

## SERVIÇOS

Zoneamento e controle de ar condicionado: Não há.
Acesso de usuários para controle: Via controle remoto.
Provisão alternativa de energia: Grupo gerador de energia para atendimento de serviços essenciais e de emergência.
Sistema de comunicações: Em estudo.
Transporte vertical: Previsão para instalação de 02 elevadores panorâmicos, 01 de serviços e 01 de emergência (características em estudo em todos os casos).
Iluminação: Em estudo.
Sistema de Automação predial: Em estudo.
Segurança: Acesso por cartões magnéticos em estudo.

## INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Sistema de distribuição de cabeamento: Distribuição vertical por shafts distribuídos por todo o edifício, demais características em estudo.
Infra-estrutura de comunicação: Previsão para sala de telemática, circuito fechado de TV e TV a cabo (características em estudo).

(\*) As características aqui descritas referem-se às especificações de projeto, fase na qual o empreendimento encontrava-se no momento da construção desta ficha.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

## 1. Análise descritiva

Na Tabela T.1, apresentam-se as *notas médias* calculadas para cada requisito, a partir das notas de todos os usuários que participaram da pesquisa.

Tabela T1 - Notas médias e desvios-padrão, na avaliação de todos os usuários do Edifício III.

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Variável	N	Média	Desvio Padrão
V1	110	6,24	1,73	V14	110	7,64	1,70
V2	110	6,49	1,94	V15	110	5,57	2,59
V3	110	6,50	1,82	V16	110	7,06	1,57
V4	110	6,30	2,59	V17	110	6,67	2,62
V5	110	7,08	1,50	V18	110	6,65	2,68
V6	110	7,45	1,34	V19	110	6,67	2,60
V7	110	5,67	2,95	V20	110	5,90	2,72
V8	110	7,18	1,72	V21	110	5,51	2,69
V9	110	6,10	2,48	V22	110	6,07	2,73
V10	110	6,43	1,99	V23	110	5,59	2,84
V11	110	5,83	2,90	V24	110	5,67	2,96
V12	110	5,59	2,96	V25	110	6,58	2,59
V13	110	5,82	2,76	Nota	110	6,85	0,99

Na Tabela T.2, apresentam-se as *notas médias* calculadas para cada requisito, a partir das notas de cada tipo de usuário (*Locatários, Proprietários, Funcionários do Condomínio e Visitantes*), assim como do conjunto total de usuários (*Todos*).

Tabela T.2 - Médias das notas de cada requisito, para cada tipo e para o conjunto de usuários do Edifício III.

Variável	Requisito	Locatário		Proprietário		Func. Condomínio		Visitante		Todos	
		N	Média	N	Média	N	Média	N	Média	N	Média
<b>CONSIDERANDO O EDIFÍCIO COMO UM TODO</b>											
V1	Conforto Térmico	57	5,88	29	6,25	11	7,61	13	6,63	110	6,24
V2	Conforto Acústico	57	6,36	29	6,21	11	6,82	13	7,40	110	6,49
V3	Condições de Iluminação	57	6,21	29	6,77	11	6,48	13	7,21	110	6,50
V4	Instalações hidro-sanitárias	57	5,83	29	6,08	11	7,50	13	7,79	110	6,30
V5	Distribuição dos espaços	57	6,82	29	7,37	11	7,84	13	6,92	110	7,08
V6	Corredores	57	7,21	29	7,72	11	7,84	13	7,60	110	7,45
V7	Escadas	57	4,91	29	6,38	11	6,36	13	6,83	110	5,67
V8	Elevadores	57	7,21	29	7,20	11	6,70	13	7,40	110	7,18
V9	Sinalização interna	57	5,70	29	6,21	11	7,39	13	6,54	110	6,10
V10	Sinalização externa	57	6,07	29	6,68	11	7,39	13	6,63	110	6,43
V11	Segurança contra fogo	57	5,42	29	6,59	11	7,50	13	4,52	110	5,83
V12	Segurança contra acidentes	57	5,42	29	6,16	11	6,59	13	4,23	110	5,59
V13	Adaptação para deficientes	57	5,77	29	6,08	11	5,91	13	5,38	110	5,82
V14	Aparência externa	57	7,50	29	8,02	11	6,93	13	7,98	110	7,64
V15	Infra-estrutura de serviços	57	5,42	29	5,95	11	5,23	13	5,67	110	5,57
V16	Conceito global	57	6,82	29	7,54	11	7,61	13	6,54	110	7,06
<b>CONSIDERANDO SOMENTE O AMBIENTE DE TRABALHO</b>											
V17	Tamanho dos ambientes	57	6,54	29	6,47	11	6,82	13	7,60	110	6,67
V18	Distribuição dos espaços	57	6,45	29	6,38	11	7,05	13	7,79	110	6,65
V19	Iluminação	57	6,58	29	6,21	11	7,05	13	7,79	110	6,67
V20	Sanitários	57	5,66	29	5,52	11	6,82	13	7,02	110	5,90
V21	Conforto térmico	57	5,13	29	4,91	11	7,05	13	7,21	110	5,51
V22	Ruídos internos	57	6,12	29	5,43	11	6,36	13	7,02	110	6,07
V23	Ruídos externos	57	5,46	29	5,00	11	5,91	13	7,21	110	5,59
V24	Serviços	57	5,72	29	4,61	11	7,05	13	6,63	110	5,67
V25	Conceito global	57	6,49	29	6,12	11	7,05	13	7,60	110	6,58
-	<b>Médias Globais</b>	-	<b>6,11</b>	-	<b>6,31</b>	-	<b>6,91</b>	-	<b>6,85</b>	-	<b>6,33</b>

N = Número de questionários respondidos em cada categoria.

Estas médias serão utilizadas para comparar as opiniões de cada categoria de usuário, em cada requisito avaliado na pesquisa.

Cabe ainda esclarecer que estas médias foram calculadas considerando-se o *ponto médio* de cada intervalo da escala de notas apresentada no questionário, ou seja, para o intervalo 0,0 a 2,50, foi considerado o valor 1,25; para 2,5 a 5,0, considerou-se 3,75; para 5,0 a 7,5 foi considerado o valor 6,25 e, para o intervalo 7,5 a 10,0, considerou-se 8,25. Além disso, os requisitos avaliados foram tratados como *variáveis* (V1, V2, V3, ..., V25).

Nas Figuras F.1 a F.5 apresentam-se os *gráficos de barras* elaborados a partir das *notas médias*, onde pode ser observado que as variações em torno do valor da média global de cada categoria são muito pequenas.

Figura F.1 - Gráfico de barras - Locatários.

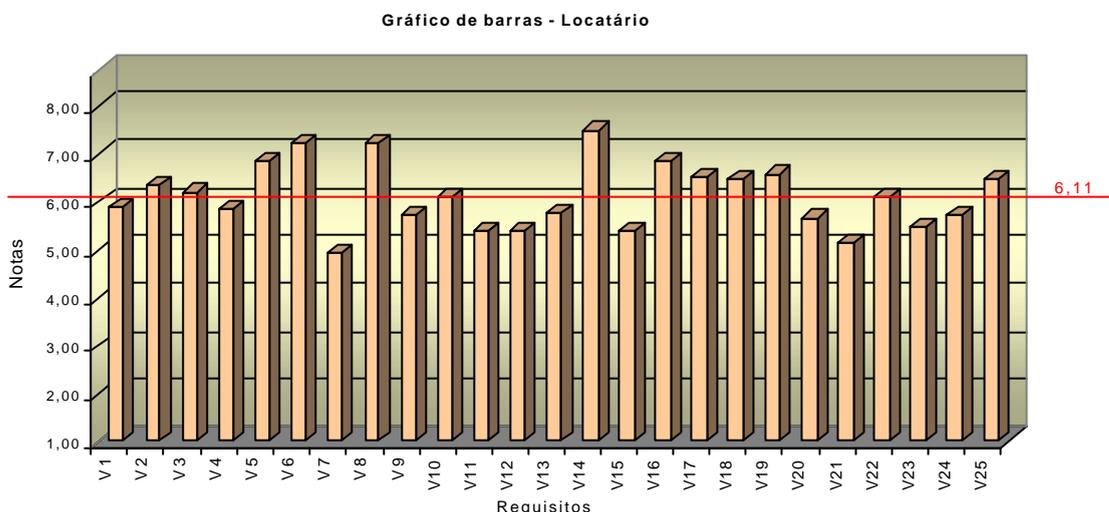


Figura F.2 - Gráficos de barras - Proprietários.

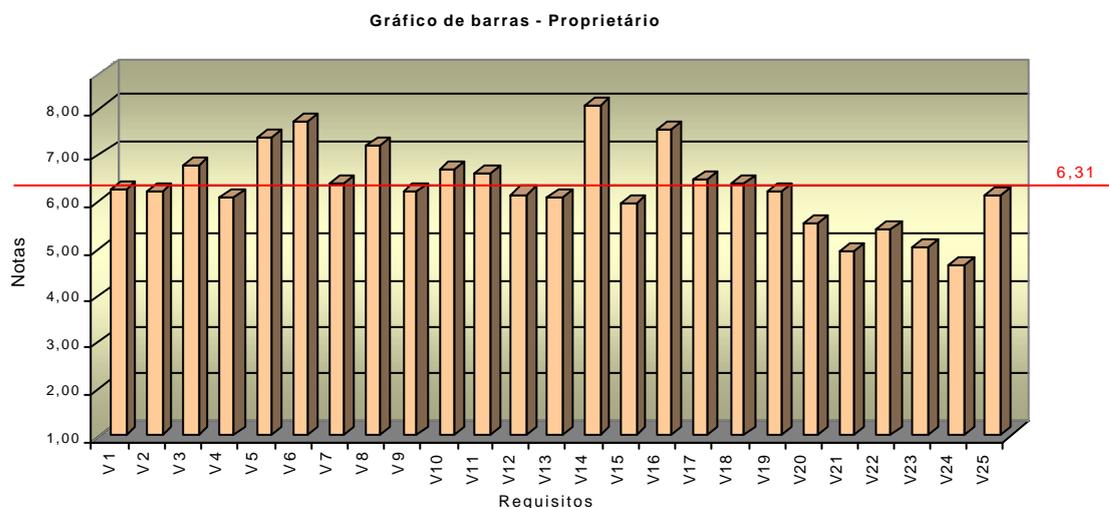


Figura F.3 - Gráficos de barras - Funcionários do Condomínio.

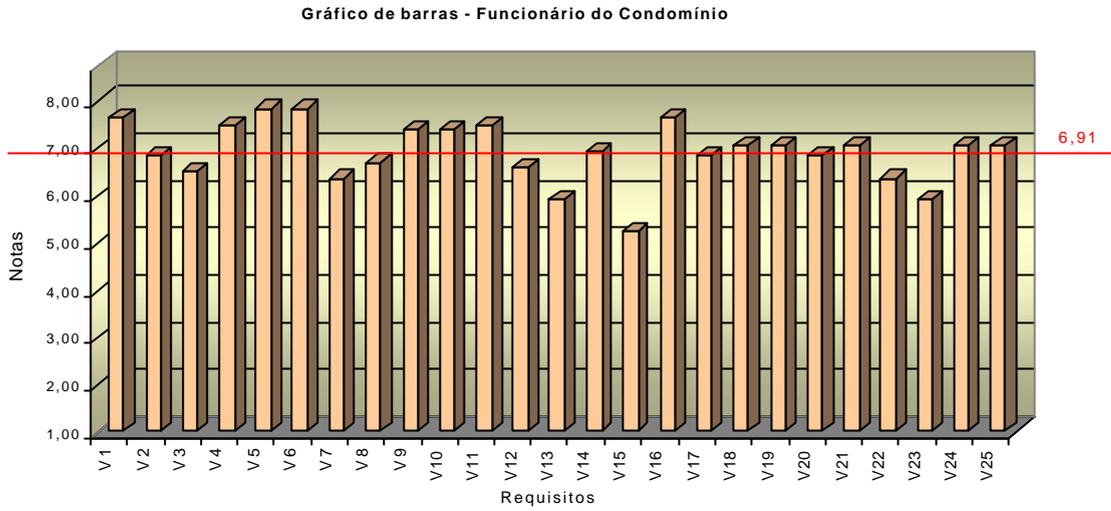


Figura F.4 - Gráficos de barras - Visitantes.

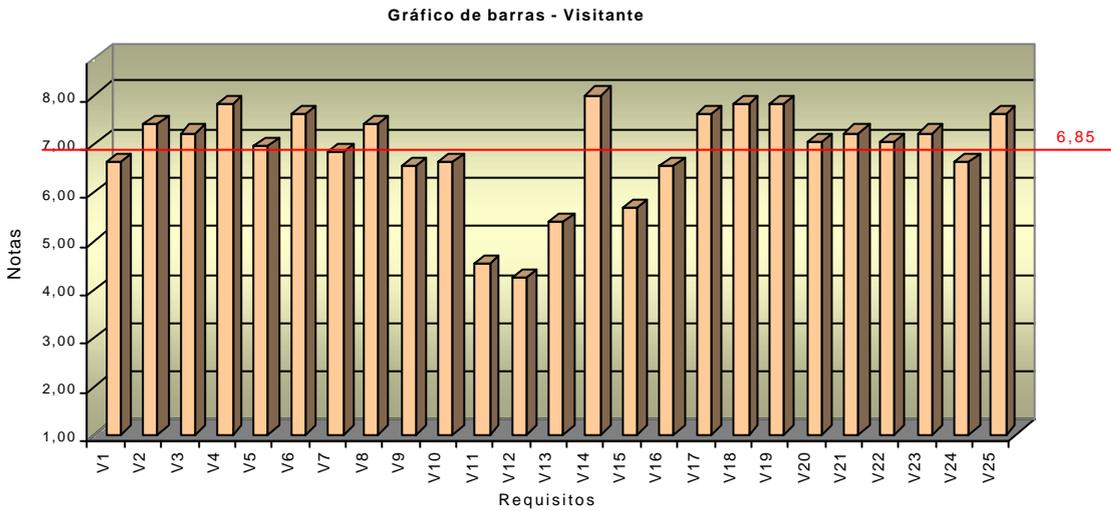
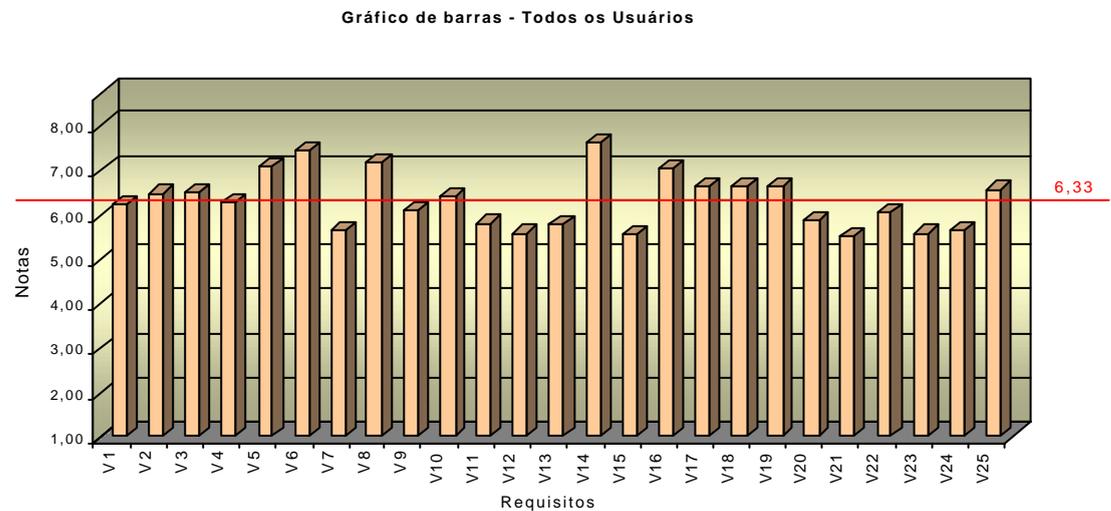


Figura F.5 - Gráficos de barras - Todos os usuários.



## 2. Análise inferencial

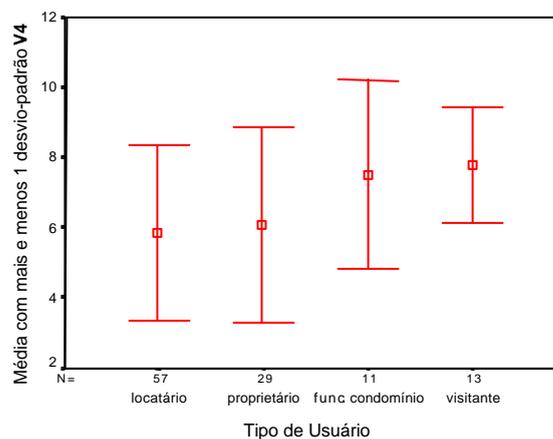
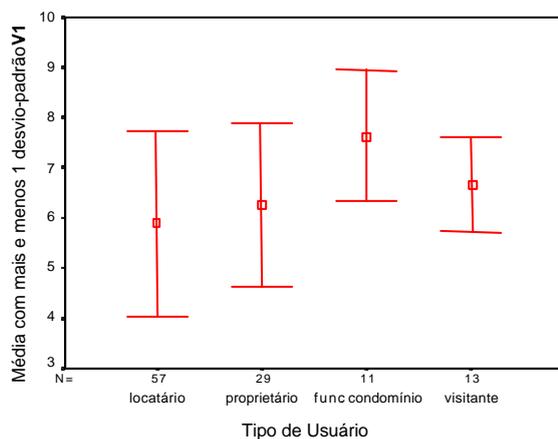
Foi realizado o teste estatístico ANOVA (análise de variância), para determinar diferenças estatisticamente significantes entre as médias das variáveis V1 a V25 e da *nota*. Na Tabela T.3, apresentam-se os resultados do *teste F* e seus respectivos *p-valor*

Tabela T.3 - Teste ANOVA: valores "F" e respectivas significâncias.

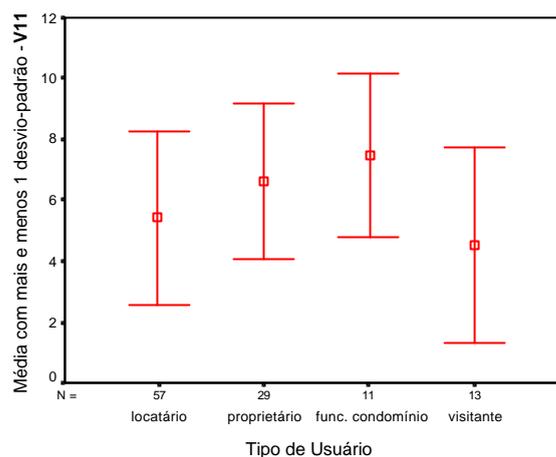
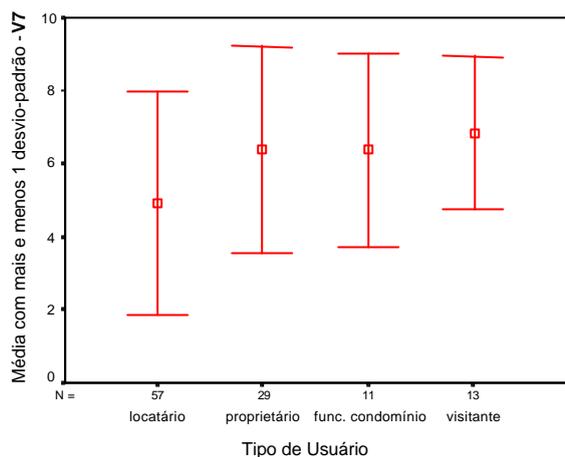
Variável	F	Significância
V1	3,612	0,016
V2	1,370	0,256
V3	1,378	0,254
V4	3,073	0,031
V5	1,981	0,121
V6	1,333	0,267
V7	2,824	0,042
V8	0,355	0,785
V9	1,666	0,179
V10	1,687	0,174
V11	3,354	0,022
V12	1,806	0,151
V13	0,198	0,897
V14	1,424	0,240
V15	0,338	0,798
V16	2,391	0,073
V17	0,657	0,581
V18	1,074	0,364
V19	1,218	0,307
V20	1,520	0,214
V21	4,104	0,008
V22	1,101	0,352
V23	1,971	0,123
V24	2,612	0,055
V25	1,117	0,346
Nota	0,333	0,022

Nos Gráficos G.1 a G.6, apresentam-se as médias com mais e menos 1 (um) desvio-padrão. Os resultados obtidos indicam que existem diferenças entre o tipo de usuário (*Locatários, Proprietários, Funcionários do Condomínio e Visitantes*) e as variáveis V1, V4, V7, V11, V21 e *Nota*.

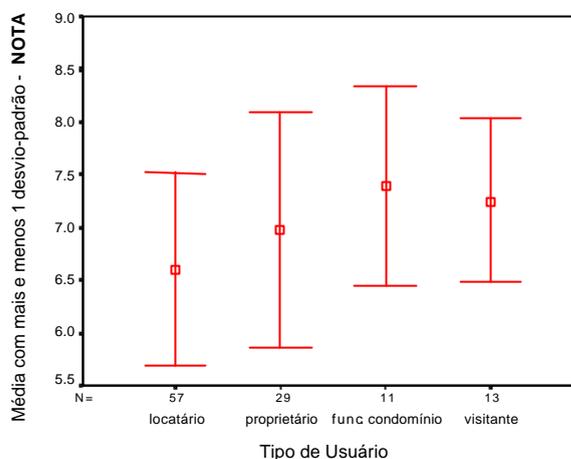
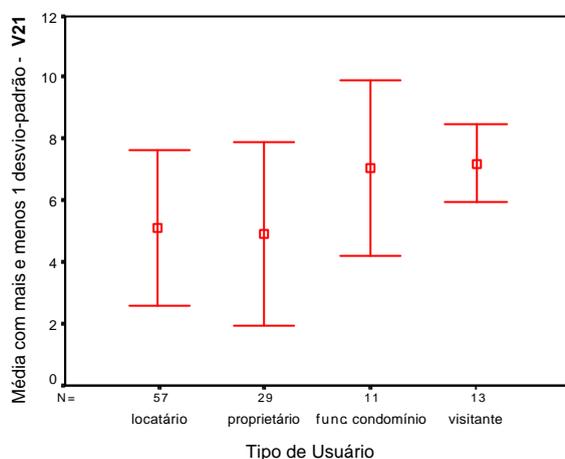
Gráficos G.1 e G.2 - Médias (quadrados) com mais e menos 1 desvio-padrão para as variáveis V1 e V4.



Gráficos G.3 e G.4 - Médias (quadrados) com mais e menos 1 desvio-padrão para as variáveis V7 e V11.



Gráficos G.5 e G.6 - Médias (quadrados) com mais e menos 1 desvio-padrão para as variáveis V21 e Nota.



Desta forma, para as variáveis com diferenças estatisticamente significantes entre as médias, realizou-se o teste de *DUNCAN*, determinando assim, os subgrupos de médias semelhantes, conforme apresentado nas T.4 a T.9.

Tabela T.4 - Teste de *DUNCAN* para a variável V1.

**V1**

Duncan <sup>a,b</sup>		Subset for alpha = .05	
TIPO	N	1	2
locatário	57	5,8772	
proprietário	29	6,2500	
visitante	13	6,6346	6,6346
func. condomínio	11		7,6136
Sig.		,201	,080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,193.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela T.5 - Teste de *DUNCAN* para a variável V4.

**V4**

Duncan<sup>a,b</sup>

TIPO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
locatário	57	5,8333	
proprietário	29	6,0776	6,0776
func. condomínio	11	7,5000	7,5000
visitante	13		7,7885
<b>Sig.</b>		<b>,061</b>	<b>,054</b>

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,193.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela T.6 - Teste de *DUNCAN* para a variável V7.

**V7**

Duncan<sup>a,b</sup>

TIPO	N	Subset for alpha = .05
		1
locatário	57	4,9123
func. condomínio	11	6,3636
proprietário	29	6,3793
visitante	13	6,8269
<b>Sig.</b>		<b>,068</b>

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,193.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela T.7 - Teste de *DUNCAN* para a variável V11.

**V11**

Duncan<sup>a,b</sup>

TIPO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
visitante	13	4,5192		
locatário	57	5,4167	5,4167	
proprietário	29		6,5948	6,5948
func. condomínio	11			7,5000
<b>Sig.</b>		<b>,338</b>	<b>,210</b>	<b>,334</b>

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,193.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela T.8 - Teste de *DUNCAN* para a variável V21.

**V21**

Duncan <sup>a,b</sup>		Subset for alpha = .05	
TIPO	N	1	2
proprietário	29	4,9138	
locatário	57	5,1316	
func. condomínio	11		7,0455
visitante	13		7,2115
<b>Sig.</b>		,800	,847

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,193.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Tabela T.9 - Teste de *DUNCAN* para a variável Nota.

**NOTA**

Duncan <sup>a,b</sup>		Subset for alpha = .05	
TIPO	N	1	2
locatário	57	6,6009	
proprietário	29	6,9703	6,9703
visitante	13	7,2492	7,2492
func. condomínio	11		7,3905
<b>Sig.</b>		,056	,218

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,193.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### 3. Análise fatorial

Na Tabela T.10, apresenta-se o resultado de um estudo acerca da correlação entre os requisitos que mais influenciaram os resultados obtidos na pesquisa junto aos usuários do Edifício III.<sup>5</sup> Cabe esclarecer que as *componentes* indicam quais os requisitos mais preocupam os usuários do Edifício III.

Em primeiro lugar (componente 1), destacam-se as variáveis V4 e V17 a V24, que, de modo geral, relacionam-se ao *conforto* (conforto térmico, conforto acústico, disponibilidade e infraestrutura de lazer e serviços) do edifício como um todo.

<sup>5</sup> As seis *componentes* resultantes explicam 70,48% da variabilidade total dos dados.

Em segundo lugar, aparecem as variáveis V5, V6 e V8, que estão relacionadas, basicamente, à *adaptação ao uso* do ambiente de trabalho.

Em terceiro e quarto lugares, destacam-se os requisitos relacionadas à *segurança*.

Tabela T.10 - Correlação entre os requisitos que mais influenciaram os resultados da pesquisa com os usuários.

Variáveis	Componentes					
	1	2	3	4	5	6
V1	0,056345061	0,276397862	0,143599603	0,009268190	0,749937304	-0,132059728
V2	-0,041472321	0,069364909	0,636380241	0,013101311	0,038831215	-0,461827103
V3	0,054689183	0,343247158	0,477428885	0,160961238	0,324852630	-0,097762943
V4	0,668224731	0,158494526	-0,030129096	0,233264455	-0,017544338	-0,202404990
V5	0,140403317	0,748429584	0,085428785	0,105601869	0,003518711	-0,013986255
V6	0,186324834	0,804131175	0,207075467	0,054841556	0,087133629	0,174839986
V7	0,424768047	0,179609996	0,173459377	0,120848101	-0,311132255	0,549057110
V8	-0,068388622	0,757061982	0,189678185	-0,008061356	0,113483456	0,038568015
V9	-0,038347767	0,134186229	0,816362549	0,130670789	-0,018779188	0,265545427
V10	0,109383102	0,237527063	0,667354579	0,041131852	0,108632948	0,170021188
V11	0,117124803	0,031858261	-0,007711905	0,872721178	0,069767561	0,146003207
V12	0,097091273	0,021017300	0,068971165	0,906751228	0,029240279	0,088998414
V13	-0,037799364	0,163121208	0,338433064	0,541805052	-0,144028168	-0,106622472
V14	-0,054547348	0,088600652	0,089097421	0,100457776	0,189126586	0,701436321
V15	-0,120687450	-0,030202426	0,031404354	-0,014587485	0,722083864	0,314717357
V16	-	-	-	-	-	-
V17	0,915101949	-0,002060584	-0,035112853	0,042323503	-0,147125323	0,140152134
V18	0,921287752	0,004000028	0,014105830	0,033769649	-0,090291684	0,186473858
V19	0,931908298	0,029216872	0,003139081	0,012119497	-0,145610485	0,103773085
V20	0,876749682	-0,081318696	0,085723063	-0,056877071	0,128449326	0,022776980
V21	0,874747985	-0,031293285	-0,024804274	-0,052874434	0,299913404	-0,049743480
V22	0,878356472	0,157384018	0,027478028	0,090208063	-0,054687717	-0,056537092
V23	0,840797211	0,150815474	0,139995277	0,003639484	-0,014036683	-0,118063814
V24	0,785783874	0,093816056	-0,058400327	0,094961065	-0,010825188	0,063893177
V25	-	-	-	-	-	-

Obs.: As variáveis V16 e V25 foram ecludas pois referem-se a conceitos globais.

Tabela de amostras casuais simples (ORNSTEIN, 1992).

TABELA DE AMOSTRAS CASUAIS SIMPLES PARA NÍVEL DE CONFIANÇA DE 95,5%. (HIPÓTESE P=50%)							
POPULAÇÃO		MARGEM DE ERRO (e) - %					
DE	A	1	2	3	4	5	10
	100	-	-	-	-	80	50
101	150	-	-	-	-	109	60
151	200	-	-	-	-	133	67
201	250	-	-	-	-	154	72
251	300	-	-	-	203	172	75
301	350	-	-	-	225	187	78
351	400	-	-	-	244	200	80
401	450	-	-	320	261	212	82
451	500	-	-	315	279	222	83
500	550	-	-	368	295	232	85
551	600	-	484	390	300	240	86
601	650	-	516	410	319	245	87
651	700	-	547	430	330	255	88
701	750	-	577	448	341	261	88
751	800	-	606	465	351	267	89
801	850	-	635	482	360	272	89
851	900	-	662	497	369	277	90
901	950	-	688	512	377	282	90
915	1.000	-	714	527	385	286	91
1.001	1.100	-	784	553	399	295	92
1.101	1.200	-	811	577	411	300	92
1.201	1.300	-	855	599	422	306	93
1.301	1.400	-	898	620	432	311	93
1.401	1.500	1.304	938	639	441	316	94
1.501	1.600	1.379	976	656	450	320	94
1.601	1.700	1.453	1.012	672	457	324	94
1.701	1.800	1.526	1.047	687	461	327	95
1.801	1.900	1.597	1.080	701	470	332	95
1.901	2.000	1.667	1.111	714	476	333	95

Esta tabela foi desenvolvida por estatísticos, a partir dos da amostragem casual simples, onde o tamanho da amostra pode ser calculado pela expressão:

$$n = ((z\alpha/2)^2 \cdot p \cdot q) / e^2, \text{ onde}$$

$n$ : tamanho da amostra;

$e$ : erro admissível no cálculo considerando-se a população total;

$z\alpha/2$ : variável normal padronizada para um dado intervalo de confiança (que pode ser obtida em tabelas para cálculo de probabilidade com distribuição normal);

$p$  e  $q$  são números complementares que expressão a proporção de elementos com características estudadas, ou seja ( $q = p-1$ ). Em casos em que esta proporção é desconhecida, adota-se 50%.

O erro admissível por sua vez, é calculado a partir da seguinte expressão:

$$e = (1/n)^{1/2}.$$

Esta expressão permite o cálculo de  $n$  de forma simples e direta, uma vez que se conheça o valor de  $e$ . O erro admissível no dimensionamento da amostra, normalmente adotado em APO's no Brasil gira em torno de 10%.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)