

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CONTRIBUIÇÃO A VISÃO INTEGRADORA DAS TÉCNICAS DE
EDIFICAÇÃO E DE SEU PROCESSO DE MUDANÇA

GABRIEL DORFMAN

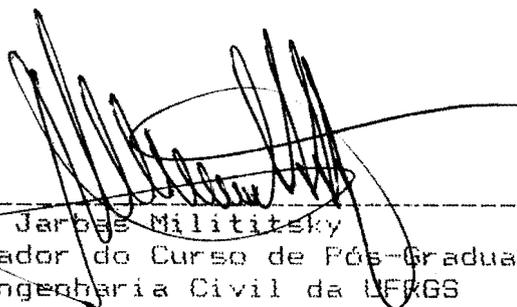
DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE PÓS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA

Porto Alegre,
março, 1989

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pelo Curso de Pós-Graduação.



Luis Fernando M. Heineck
Orientador



Jarbas Milititsky
Coordenador do Curso de Pós-Graduação
Em Engenharia Civil da UFRGS

BANCA EXAMINADORA

- Luiz Fernando M. Heineck (Orientador)
Ph.D. pela Univ. of Leeds

- Hélio Adão Greven
Dr. pela Univ. Técnica de Hannover

- Lucia Mascaró
M.Sc. pela UFRG

A

Maria Emilia

Este trabalho contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na forma de bolsas de estudos para o autor no período de 86/88.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Luis F.M. Heineck, por ter-se constituído, não só na elaboração deste Trabalho, mas ao longo de todo o Mestrado, em ORIENTADOR na verdadeira acepção do termo: baseado em um total respeito às minhas posições e pontos de vista, sempre disposto a apoiar e estimular, sempre apto a apontar os erros e acertos das decisões tomadas.

Ao Professor Hélio Greven, por sua permanente (e paciente) disposição em dar-me incentivo e apoio fundamentais às iniciativas voltadas à continuidade e ampliação de minha formação profissional.

Ao Alexandre, à Angela, ao Cláudio, ao Ênio, ao Helmar e à Margarete, colegas do Norie, por sua amizade e solidariedade.

Ao Professor Luis F. Mentz, pelo inestimável exemplo dado, em momento importante de minha vida, de serenidade pessoal e competência profissional.

Aos Professores Lúcia R. de Mascaró (UFRGS), Marlene Picarelli e Ruy Gama (USP) e Ricardo Martucci (UFSCar), por sua disposição em trocar idéias e dar sugestões valiosas para o enriquecimento desta Dissertação.

Aos Professores José C.F. Henemann e Jarbas Milititsky, que na condição de coordenadores do CPGEng-Civil-UFRGS apoiaram-me nas iniciativas voltadas à continuidade de minha formação profissional.

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS.....	XVII
RESUMO.....	XIX
ABSTRACT.....	XX
CAPÍTULO 1.....	1
1.1 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 - DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ANÁLISE.....	3
1.2.1 - Edificação.....	3
1.2.2 - Técnica.....	5
1.3 - PREMISSAS ADOPTADAS.....	5
1.4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:	
GRUPOS DE FONTES CONSULTADAS.....	7
1.4.1 - Técnicas de Construção.....	7
1.4.2 - Arquitetura.....	8
1.4.3 - Economia da Construção.....	8
1.4.4 - Urbanismo.....	9
1.4.5 - Técnica e Tecnologia.....	9
1.4.6 - História Econômica.....	9
1.5 - RESUMO DOS CAPÍTULOS.....	9
CAPÍTULO 2.....	12
2.1 - INTRODUÇÃO.....	12
2.1.1 - Objetivos, Conceitos e Definições.....	12
2.1.2 - Edificação como Sistema.....	14
2.2 - CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS DEMANDAS - PROPOSTA DE UM MODELO DE ANÁLISE.....	14
2.2.1 - Demandas Relativas aos Produtos.....	15
2.2.1.1 - Funções e Sub-Sistemas Funcionais.....	15
2.2.1.2 - Qualidade e Desempenho dos Edifícios.....	18

2.2.1.3 - Viabilização Funcional das Técnicas Edificativas.....	19
2.2.2 - Demandas Relativas aos Processos Construtivos...	20
2.2.2.1 - A Edificação Enquanto Parte de uma Estrutura Sócio- Econômica Ampla.....	21
2.2.2.2 - Insumos dos Processos Construtivos e Demandas Associadas.....	24
2.2.2.2.1 - Mão de Obra.....	24
2.2.2.2.1.1 - A Mão de Obra na Conformação das Alternativas Técnicas.....	24
2.2.2.2.1.2 - Mão-de-Obra e Demandas Sobre os Processos Construtivos.....	27
2.2.2.2.2 - Materiais.....	28
2.2.2.2.2.1 - Os Materiais na Conformação das Alternativas Técnicas.....	28
2.2.2.2.2.2 - Materiais e Demandas Sobre os Processos Construtivos.....	32
2.2.2.2.3 - Equipamentos.....	35
2.2.2.2.3.1 - Os Equipamentos na Conformação das Alternativas Técnicas.....	35
2.2.2.2.3.2 - Equipamentos e Demandas Sobre os Processos Construtivos.....	36
2.2.2.2.4 - Interação e Mútua Determinação dos Insumos.....	37
2.2.2.3 - O Capital Enquanto Fator de Conformação da Estrutura Industrial e do Mercado Consumidor.....	39
2.2.2.4 - Viabilização Estrutural das Técnicas de Edificação.....	41
2.2.3 - Demandas de Adequação ao Processo de Urbanização.....	42
2.2.3.1 - Densidade.....	43
2.2.3.2 - Complexidade Funcional.....	44
2.2.3.3 - Permanência.....	45
2.2.3.3.1 - Durabilidade.....	46
2.2.3.3.2 - Flexibilidade Funcional.....	46

2.2.3.3.3 - Flexibilidade à Densificação.....	47
2.2.3.4 - Parcelamento do Solo.....	47
2.2.3.5 - Viabilização Urbana das Técnicas de Edificação.....	48
2.3 - CONCLUSÃO.....	49
2.3.1 - Composição das Três Ordens de Demandas no Processo de Viabilização e Mudança das Técnicas de Edificação.....	49
2.3.2 - Tradução das Três Ordens de Fatores na Instância dos Processos Construtivos.....	50
 CAPÍTULO 3.....	 53
3.1 - INTRODUÇÃO.....	53
3.2 - MUDANÇAS OCORRIDAS NAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XIX NA INGLATERRA.....	54
3.2.1 - Antecedentes e Panorama das Mudanças Ocorridas..	54
3.2.2 - Influência das Demandas Funcionais.....	55
3.2.2.1 - Mudanças nas Formas de Resolução dos Sub- Sistemas Portante e de Cobertura.....	55
3.2.2.2 - Novas Demandas Sobre as Cascas Envolventes dos Edifícios (Sub-Sistemas de Cobertura e Planos Verticais Envolventes).....	57
3.2.2.3 - Incorporação dos Sub-sistemas Hidro- Sanitários aos Edifícios.....	57
3.2.3 - Influência das Demandas Voltadas aos Processos Construtivos.....	58
3.2.3.1 - Desenvolvimento da Estrutura Económico- Produtiva e Disponibilidade de Novos Materiais à Edificação.....	58
3.2.3.2 - Incremento e Concentração dos Mercados.....	60
3.2.3.3 - Um Exemplo de Resposta Concreta às Demandas Sobre os Processos Construtivos o Palácio de Cristal.....	61
3.2.4 - Influência das Demandas de Adequação ao Processo de Urbanização.....	62

3.2.4.1 - Crescimento Demográfico e Migração Campo-Cidade.....	62
3.2.4.2 - Densificação.....	63
3.2.4.2.1 - Densificação e os Novos Materiais Empregados na Edificação.....	63
3.2.4.2.2 - Densificação e Incorporação dos Sub-Sistemas de Instalações Hidro-Sanitárias.....	64
3.2.5 - Conjugação das Três Ordens de Demandas na Viabilização das Mudanças das Técnicas de Edificação Ocorridas no Período.....	65
3.3 - MUDANÇAS OCORRIDAS NAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XIX EM SÃO PAULO.....	66
3.3.1 - Antecedentes e Panorama Geral das Mudanças Ocorridas.....	66
3.3.2 - Influência das Demandas Funcionais.....	69
3.3.2.1 - Aspectos Funcionais da Substituição da Taipa pelo Tijolo.....	69
3.3.2.2 - Novos Programas de Necessidades.....	71
3.3.2.3 - Influência das Novas Demandas de Habitabilidade Sobre as Formas de Resolução dos Sub-Sistemas de Cobertura e de Planos Envolventes.....	73
3.3.2.4 - Novas Demandas de Higiene e Incorporação dos Sub-Sistemas de Instalações Hidro-Sanitárias aos Edifícios.....	74
3.3.3 - Influência das Demandas Voltadas aos Processos Construtivos.....	74
3.3.3.1 - Desenvolvimento da Estrutura Económico-Produtiva e Disponibilidade de Novos Materiais à Edificação.....	75
3.3.3.2 - Mudanças na Mão-de-Obra da Edificação Decorrentes do Fim da Escravatura e da Imigração Européia.....	78
3.3.3.3 - Intensificação do Mercado e Disponibilidade de Capitais.....	79

3.3.3.4 - O Vetor de Viabilização Estrutural na Evolução das Técnicas Edificativas em São Paulo.....	80
3.3.3.5 - Influência das Demandas de Adequação ao Processo de Urbanização.....	81
3.3.4.1 - Diversificação das Atividades Urbanas e Crescimento Populacional.....	81
3.3.4.2 - Densificação e Renovação do Estoque de Construções.....	82
3.3.4.3 - Novas Relações Entre os Edifícios e o Meio Urbano.....	82
3.3.4.4 - Influência das Novas Condições de Saneamento Urbano Sobre as Técnicas de Edificação.....	83
3.3.5 - Conjugação das Três Ordens de Demandas na Viabilização das Mudanças das Técnicas de Edificação Ocorridas no Período.....	84
3.4 - MUDANÇAS OCORRIDAS NAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO FINAL DO SÉCULO XIX EM CHICAGO.....	85
3.4.1 - Antecedentes e Panorama Geral das Mudanças Ocorridas.....	85
3.4.2 - Influência das Demandas Funcionais.....	88
3.4.2.1 - Novas Demandas Sobre os Sub-Sistemas Portantes.....	88
3.4.2.2 - Novas Demandas Sobre os Sub-Sistemas de Planos Envolventes.....	89
3.4.2.3 - Utilização de Elevadores nos Sub-Sistemas de Circulação Vertical.....	89
3.4.2.4 - Sub-Sistemas de Instalações Hidro-sanitárias e de Condicionamento Ambiental.....	90
3.4.3 - Influência das Demandas Sobre os Processos Construtivos.....	90
3.4.3.1 - Desenvolvimento da Estrutura Econômico-Produtiva e Disponibilidade de Novos Materiais à Edificação e Equipamentos aos Edifícios.....	91

3.4.3.2 - Demandas de Aceleração e Simplificação dos Processos Construtivos.....	92
3.4.4 - Influência das Demandas de Adequação ao Processo de Urbanização.....	93
3.4.4.1 - Diversificação de Atividades e Densificação.....	93
3.4.4.2 - Alterações nas Formas de Resolução dos Sub- Sistemas Diretamente Responsáveis pela Possibilidade de Densificação.....	93
3.4.5 - Conjugação das Três Ordens de Demandas na Viabilização das Mudanças das Técnicas de Edificação Ocorridas no Período.....	94
3.5 - CONCLUSÃO.....	95
 CAPÍTULO 4.....	 98
4.1 - INTRODUÇÃO.....	98
4.2 - TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO BRASIL E DEMANDAS FUNCIONAIS.....	99
4.2.1 - Grandes Grupos Tipológico-Funcionais.....	99
4.2.1.1 - Edificação de Prédios Habitacionais.....	99
4.2.1.1.1 - Sub-Sistemas Portante, de Partições Internas e de Cobertura.....	100
4.2.1.1.2 - Sub-Sistemas de Instalações Hidráulicas e Sanitárias.....	101
4.2.1.1.3 - Sub-Sistema Elétrico.....	101
4.2.1.2 - Edificação de Prédios Destinados a Atividades de Prestação de Serviços.....	102
4.2.1.2.1 - Sub-Sistema Portante.....	103
4.2.1.2.2 - Sub-Sistema de Partições Internas.....	105
4.2.1.2.3 - Sub-Sistemas de Planos Verticais Envolventes e de Climatização Artificial.....	106
4.2.1.2.4 - Sub-Sistemas de Instalações Elétricas e de Comunicações.....	108

4.2.1.2.5 - Sub-Sistemas de Instalações Hidráulicas, Sanitárias e de Prevenção de Incêndios.....	108
4.2.1.2.6 - Sub-Sistema de Circulação Vertical.....	109
4.2.1.3 - Edificação de Prédios Industriais.....	109
4.2.1.3.1 - Sub-Sistema de Cobertura.....	110
4.2.1.3.2 - Sub-Sistema Portante.....	111
4.2.1.3.3 - Sub-Sistema de Instalações Sanitárias.....	111
4.2.1.3.4 - Sub-Sistema de Filtragem e Renovação do Ar.....	112
4.2.1.3.5 - Sub-Sistema Hidráulico.....	112
4.2.1.3.6 - Sub-Sistema Elétrico.....	113
4.2.1.4 - Edificações de Prédios Comerciais.....	113
4.2.2 - Demandas Voltadas ao Desempenho Energético dos Edifícios.....	114
4.2.3 - O Vetor de Viabilização Funcional no Processo de Diversificação e Evolução das Técnicas de Edificação.....	115
4.3 - TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO BRASIL E DEMANDAS SOBRE OS PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	116
4.3.1 - Mão-De-Obra.....	117
4.3.1.1 - Parcela do Fundo Comum de Mão-de-Obra Correspondente à Edificação na Estrutura Sócio-Econômica Nacional.....	117
4.3.1.2 - Repercussão das Características da Mão-de- Obra nos Arranjos Técnicos.....	117
4.3.1.2.1 - Intensificação da Mão-de-Obra.....	117
4.3.1.2.2 - Redução do Nível Médio de Qualificação da Mão-de-Obra.....	119
4.3.1.3 - Dois Casos Concretos da Influência da Mão- de-Obra na Conformação das Alternativas Técnicas.....	120
4.3.1.3.3 - Racionalização.....	120
4.3.1.3.4 - Auto-Ajuda.....	121

4.3.1.4 - Hipóteses de Mudanças na Mão-de-Obra Disponível à Edificação e Possíveis Repercussões Sobre o Conjunto de Técnicas Construtivas.....	123
4.3.2 - Materiais.....	124
4.3.2.1 - Materiais Atualmente Disponíveis à Edificação no Brasil.....	125
4.3.2.1.1 - Materiais Utilizados nos Sub-Sistemas de Planos Verticais Envolventes e de Partições Internas.....	125
4.3.2.1.2 - Materiais Utilizados no Sub-Sistema Portante.....	126
4.3.2.1.3 - Materiais Utilizados no Sub-Sistema de Cobertura.....	127
4.3.2.1.4 - Materiais Utilizados nos Sub-Sistemas de Instalações Hidráulica, Sanitárias e Elétricas.....	129
4.3.2.2 - Configuração das Alternativas Técnicas e das Demandas Sobre os Processos Construtivos a Partir dos Materiais Disponíveis à Edificação.....	131
4.3.2.2.1 - Influência dos Materiais e Elementos Construtivos Sobre as Formas de Execução dos Diferentes Sub-Sistemas.....	131
4.3.2.2.1.1 - Formas de Execução dos Sub-Sistemas de Planos Verticais Envolventes e de Partições Internas.....	132
4.3.2.2.1.2 - Formas de Execução do Sub-Sistema Portante.....	133
4.3.2.2.1.3- Formas de Execução do Sub-Sistema de Cobertura.....	134
4.3.2.2.1.4-Formas de Execução dos Sub-Sistemas de Instalações Hidráulicas, Sanitárias e Elétricas.....	135

4.3.2.2.2 - Influência dos Materiais e Elementos Sobre as Formas de Realização da Síntese Construtiva.....	137
4.3.2.2.2.1 - Incompatibilidade Dimensional Entre Elementos.....	137
4.3.2.2.2.2 - Incompatibilidade Entre as Naturezas dos Diferentes Processos.....	138
4.3.2.2.2.3- Caracterização da Síntese Construtiva nos Canteiros de Obra Nacionais....	140
4.3.2.3 - Perspectivas de Mudança no Universo de Materiais e Elementos Utilizados Pela Edificação no Brasil.....	140
4.3.3 - Equipamentos.....	142
4.3.3.1 - Equipamentos Disponíveis à Edificação no Brasil.....	142
4.3.3.1.1 - Transporte Vertical e Horizontal.....	142
4.3.3.1.2 - Escavação, Movimentação de Terra e Regularização dos Terrenos.....	143
4.3.3.1.3 - Execução de Fundações.....	143
4.3.3.1.4 - Concretagem de Elementos In Situ.....	144
4.3.3.1.5 - Plataformas Provisórias de Trabalho....	145
4.3.3.1.6 - Ferramentas.....	146
4.3.3.2 - Perspectivas de Mudanças no conjunto de equipamentos utilizados na edificação.....	147
4.3.4 - Composição do Vetor de Viabilização Estrutural.....	147
4.3.4.1 - Disponibilidades de Capital e Caracterização do Mercado Nacional de Edifícios.....	148
4.3.4.2 - Definição das Possibilidades de Capitalização das Técnicas Construtivas a Partir das características do Mercado.....	149
4.3.4.3 - Acomodação dos Demais Insumos Intervenientes Nos Processos Construtivos ao Grau de Capitalização.....	149
4.3.4.4 - Segmentação do Mercado de Edifícios em Setores de Diferentes Características.....	149

4.3.4.5 - Composição Entre os Vetores de Viabilização Estrutural e Funcional.....	150
4.4 - TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO BRASIL E DEMANDAS DE ADEQUAÇÃO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO.....	151
4.4.1 - Características Básicas do Processo de Urbanização nas Grandes e Médias Cidades Brasileiras.....	152
4.4.1.1 - Diversificação Funcional e Heterogeneidade de Densidades.....	152
4.4.1.2 - Densificação e Renovação do Estoque Construído.....	154
4.4.2 - Reflexos do Processo de Urbanização Sobre os Arranjos Técnicos.....	155
4.4.2.1 - Reflexos da Heterogeneidade de Densidades..	155
4.4.2.2 - Reflexos da Densificação Elevada.....	156
4.4.2.3 - Possíveis Reflexos do Padrão de zoneamento Funcional.....	157
4.4.2.4 - Reflexos do Padrão da Renovação.....	158
4.4.3 - Hipóteses de Mudanças nos Padrões de Urbanização e Possíveis Reflexos Sobre as Técnicas de Edificação.....	159
4.4.3.1 - Possíveis Mudanças nos Padrões de Densidade.....	159
4.4.3.2 - Possíveis Mudanças nos Padrões (ciclos) de Renovação Urbana.....	160
4.4.3.3 - Possíveis Mudanças nos Padrões de Zoneamento Funcional.....	161
4.4.3.4 - Possíveis Mudanças na Rede Urbana Nacional.....	161
4.4.4 - O Vetor de Viabilização Urbana no Processo de Diversificação das Alternativas Construtivas...	162
4.5 - CONCLUSÃO.....	163
CAPÍTULO 5.....	164
5.1 - SUMÁRIO.....	164
5.2 - CONCLUSÕES.....	165

5.2.1 - Conclusões Quanto à Validade da Escolha do Tema e da Forma de Abordá-lo.....	165
5.2.2 - Conclusões Quanto ao Tema da Dissertação.....	168
5.2.2.1 - Quanto às Características do Processo de Evolução das Técnicas Edificativas.....	168
5.2.2.2 - Quanto às Características dos Edifícios e das Técnicas Que Regulam Seus Processos Produtivos.....	169
5.3 - RECOMENDAÇÕES.....	170
5.3.1 - A Partir de Lacunas Constatadas nas Fontes Consultadas.....	170
5.3.2 - Relativas à Verificação de Possíveis Tendências de Evolução do Universo de Técnicas Edificativas no Brasil.....	171
BIBLIOGRAFIA.....	179

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	- As técnicas construtivas no Sistema Edificação.....	14
FIGURA 02	- Mútua determinação entre demandas funcionais e edifícios em uso.....	15
FIGURA 03	- Decodificação das demandas funcionais segundo diferentes sub-sistemas.....	16
FIGURA 04	- O Vetor de Viabilização Funcional nas três instâncias do Sistema Edificação.....	20
FIGURA 05	- Intervenção dos insumos na realização de cada sub-sistema.....	21
FIGURA 06	- Disputa entre a Edificação e as demais atividades pelos recursos comuns.....	22
FIGURA 07	- Mútua compensação entre recursos entregues à Edificação e formação de demandas dirigidas aos processos construtivos.....	24
Figura 08	- Mútua determinação entre insumos intervenientes nos processos construtivos.....	30
FIGURA 09	- O capital enquanto veículo catalisador do equilíbrio entre as instâncias da estrutura de produção de edifícios.....	41
FIGURA 10	- O Vetor de Viabilização Estrutural nas três instâncias do Sistema Edificação.....	42
FIGURA 11	- O Vetor de Viabilização Urbana nas três instâncias do Sistema Edificação.....	48
FIGURA 12	- Composição dos Vetores de Viabilização Funcional, Estrutural e Urbana nas três instâncias do Sistema Edificação.....	50
FIGURA 13	- Tradução dos Vetores de Viabilização Funcional e Estrutural na instância dos Processos Construtivos.....	51

FIGURA 14 - Tradução dos Vetores de Viabilização Funcional,
Estrutural e Urbana na Instância dos
Processos Construtivos..... 52

RESUMO

O objetivo principal desta Dissertação é comprovar a validade e a necessidade de realizarem-se esforços voltados à ampliação das formas de perceber as Técnicas de Edificação e seu processo evolutivo.

Sobre o prévio reconhecimento da complexidade deste objeto de análise, busca-se integrar em um único modelo de abordagem as contribuições trazidas pelas diferentes disciplinas que se debruçam sobre as técnicas construtivas com vistas à identificação dos fatores responsáveis por sua conformação e evolução.

Proposto tal modelo de abordagem, parte-se para a verificação de sua validade enquanto instrumento apto a conduzir a exploração e o conhecimento de realidades definidas, passadas e presentes.

Na medida em que comprova-se a importância dessa ampliação das formas de abordagem ao enriquecimento e complementação do conhecimento das Técnicas de Edificação, pretende-se demonstrar a sua necessidade enquanto meio de atingir-se um maior domínio sobre as intervenções concretas que nelas venham a realizar-se, bem como sobre as conseqüências daí decorrentes.

ABSTRACT

The main objective of this Dissertation is to prove the validity and necessity of efforts directed towards the enlargement of perception of Building Techniques and their evolution process.

On a basis provided by the previous recognition of the extreme complexity of such analysis object, contributions brought out by different areas of knowledge are integrated in an unique approach model.

Validity of this approach model is then tested on its ability to guide the exploration and the acquisition of an orderly image of specific realities, past and current.

In the exact extension that the importance of such approach's enlargement comes to be satisfactorily proved as a mean of enrichment of Building Techniques' knowledge, it is assumed to have been equally demonstrated its necessity as an instrument of attaining better capacity of control on the concrete interventions which happen to be carried out on them, as well as on the consequences therefrom derived.

CAPÍTULO 1

1.1 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Esta Dissertação propõe-se a realizar uma abordagem sintetizadora das técnicas de Edificação e de seu processo de mudança.

Por abordagem sintetizadora entende-se aqui a intenção de integrar em um todo ordenado os diferentes aspectos trazidos à luz pelas análises especializadas que se fazem deste assunto.

A escolha de um tema de tamanha magnitude e, mais importante que isso, deste modo de abordá-lo, derivam da necessidade sentida pelo autor de tentar realizar uma costura conceitualmente coerente da visão fragmentada que dele se obtém a partir da leitura desses vários trabalhos especializados. Tais trabalhos, ao aprofundarem-se na análise de aspectos particulares do tema, induzem a uma percepção incompleta ou parcial do mesmo; mais do que isso, tendem a sugerir a possibilidade de apreender ou explicar o todo por alguma de suas partes, tida virtualmente como a fundamental.

Há, portanto, na escolha deste tema e da forma de abordá-lo, a clara intenção de contribuir para contrabalançar-se o caráter compartimentado do conhecimento que decorre da acentuada especialização que domina a maioria da produção intelectual e científica no meio acadêmico, e especificamente aquela voltada à Edificação. Contrabalançar tal tendência não significa anulá-la; significa, isto sim, complementá-la e enriquecê-la, contribuindo para que paralelamente ao expressivo avanço pontual e especializado das múltiplas disciplinas compreendidas nesta área do conhecimento e das atividades produtivas ocorra um equivalente avanço da sua percepção

global, com vistas inclusive a conferir maior sentido aos avanços localizados e obter um controle e uma capacidade de avaliação mais acurados de sua direção e de seu significado.

A evolução do conhecimento em geral, e da tecnologia em particular, se realizada sob o comando consciente e deliberado daqueles que a concretizam, comporta simultaneamente estas duas instâncias ou escalas de operação: aquela voltada à totalidade dos objetos e aquela dedicada ao aprofundamento do conhecimento e ao avanço de suas particularidades; ambas devem receber doses equivalentes de esforço e atenção.

A premissa sobre a qual se sustenta a afirmação da validade e, mais do que isso, da **necessidade** de realizarem-se esforços da natureza deste representado por esta Dissertação é a de que, mais importante do que o simples conhecimento do objeto constituído pelas Técnicas de Edificação, a **capacidade de intervenção** racional e objetiva sobre ele depende de que se faça um permanente trabalho no sentido de ampliar a percepção da diversidade dos fatores que o compõem. Tal ampliação, por sua vez, ao buscar incorporar parcelas cada vez maiores dos conhecimentos especializados obtidos através dos avanços tecnológicos pontuais, permite-lhes (aos avanços especializados) superar a condição de meros exercícios de virtuosismo ou excelência técnica, para alçarem-se à categoria de eficazes instrumentos de conversão das técnicas edificativas em meios adequados de atendimento de necessidades materiais por ora desassistidas em larga medida na realidade nacional.

Aí estariam, portanto, explicitados os dois objetivos fundamentais aos quais se volta esta Dissertação: (1) servir de instrumento para uma percepção mais precisa da globalidade de fatores e aspectos que compõem as Técnicas de Edificação e seu processo de conformação e, na exata medida em que se atinja esta meta, (2) contribuir para o aumento da capacidade de controle e decisão sobre as intervenções concretas que se venham a fazer sobre este objeto.

Tal ampliação da capacidade de controle e decisão deve beneficiar obviamente àqueles que detêm o poder de intervir

sobre o universo aqui examinado, facilitando-lhes a ação; o uso que dela possa ser feito, portanto, bem como os objetivos que através dela busque-se atingir dependem diretamente do arbítrio destes que a cada momento detêm tal poder. As definições, entretanto, seja dos grupos capacitados a intervir, seja dos rumos das decisões por eles tomadas, pertencem à esfera da permanente disputa política existente no seio das sociedades em torno do controle dos meios de reprodução material e da apropriação de seus frutos, o que as deixa automaticamente fora dos limites aos quais se atém este Trabalho.

1.2 - DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ANALISE

É possível estabelecer claramente os limites nos quais se inscreve o objeto aqui examinado a partir da precisa definição de dois termos que comparecem no título desta Dissertação, quais sejam, **Edificação e Técnicas**.

1.2.1 - EDIFICAÇÃO

Três implicações fundamentais encontram-se embutidas no termo **Edificação**.

A primeira delas significa que se estará tratando de determinado sub-setor da Construção Civil, especificamente aquele encarregado da da construção de edifícios residenciais, comerciais, de serviços, institucionais e industriais, (cf. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO)⁽¹⁵⁾. Os outros dois sub-setores da Construção Civil - Construção Pesada e Montagem Industrial - não comparecem portanto no universo aqui analisado; mesmo o segundo eles (Montagem Industrial) pode e deve ser claramente distinguido da Edificação de prédios industriais. Enquanto esta diz respeito às obras civis necessárias em qualquer unidade fabril, aquela compreende os serviços de instalação dos equipamentos imprescindíveis às atividades produtivas que ali têm lugar.

Assim, sempre que se empregar ao longo do desenvolvimento deste Estudo as palavras **Construção, e técnicas, alternativas ou arranjos construtivos**, a menos que se façam

ressalvas expressas em contrário, o sentido será o mesmo de Edificação e edificativos.

A incorporação desta distinção entre o sub-setor Edificações e os demais sub-setores da Construção Civil enquanto critério importante na definição do objeto de análise significa o reconhecimento de que cada um deles possui atributos próprios em número e grau tais que inviabilizariam a tarefa de tratá-los como um todo conceitualmente coerente. As suas diferentes maneiras de inserção na estrutura econômica em geral e industrial em particular, o perfil de sua mão-de-obra e suas formas de remuneração, seu nível de capitalização e o tipo de equipamentos utilizados, a natureza de seus processos produtivos e as demandas às quais atendem, cada uma dessas instâncias adquire contornos tão característicos segundo o sub-setor do qual esteja tratando, que se torna irrefutável a autonomia que boa parte da bibliografia especializada atribui a cada um enquanto objetos passíveis de conceituação e análise próprias. (FERREIRA, 1975; WERNECK, 1978; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984) (12, 34.15).

A segunda das implicações embutidas no termo Edificação refere-se à intenção de tratá-lo aqui em suas várias modalidades acima citadas (Edificação residencial, comercial, de serviços e industrial). A premissa que sustenta o estabelecimento desta ordem de delimitação do objeto de estudo é a de que na base de cada uma dessas modalidades residem equipamentos, materiais e, procedimentos cujas naturezas são similares; ou seja, que além e acima das diferenças quantitativas e qualitativas que distinguem as várias modalidades de Edificação encontra-se um denominador comum que as identifica enquanto diferentes manifestações de um processo produtivo que é o mesmo em sua essência.

A terceira das implicações do termo Edificação é que ele é aqui empregado para designar a fabricação de edifícios propriamente dita; interessa portanto apenas as operações e procedimentos realizados em canteiro com vistas diretamente à associação de suas múltiplas partes constituintes, em seus locais definitivos de utilização. Quaisquer outros aspectos

relacionados à produção de edifícios que fiquem fora dos limites deste campo restrito comparecem apenas enquanto fatores condicionantes das práticas possíveis na etapa de sua síntese; estas sim fornecem o **ponto de vista ordenador** de todas as demais considerações que se façam sobre os temas que lhes são correlatos mas que não fazem parte de sua essência propriamente dita.

1.2.2 - TÉCNICA

A definição do conceito tomado para técnica é o passo seguinte na busca de uma clara delimitação do tema desta Dissertação a partir dos termos que comparecem em seu título.

Por técnica edificativa designa-se aqui o conjunto de materiais, equipamentos e suas formas de utilização tal qual ocorrem nos canteiros de obra; há implícita na opção por um termo que apresenta este significado particular a decisão de inscrever-se o objeto de análise às suas diferentes manifestações concretas no momento de produção dos edifícios. Excluem-se assim do tema deste Estudo os processos de pesquisa, desenvolvimento, e acúmulo do conhecimento técnico realizados dentro de moldes científicos em instâncias dissociadas da produção concreta.

Neste sentido, e tomando-se a presença do modo científico de acúmulo, aprofundamento e transmissão do conhecimento como fator que distingue tecnologia e técnica (GAMA, 1985) ⁽¹⁷⁾, a adoção do segundo dos dois termos torna-se conceitualmente mais adequada à correta definição do tema desta Dissertação.

É fundamental, no entanto, que se enfatize a diferença de naturezas entre o tema da Dissertação e ela própria. Enquanto aquele é constituído pelas técnicas de Edificação, esta se propõe a realizar uma reflexão de caráter científico sobre ele (tema), em uma instância dissociada de sua aplicação prática e concreta; assim, na medida em que a presente Dissertação visa a discorrer acerca das técnicas de Edificação, ela é, em si própria, meta-técnica ou tecnologia de Edificação (cf. Jacques Guillerme citado em GAMA) ⁽¹⁷⁾.

1.3 - PREMISSAS ADOTADAS

Três idéias norteiam o desenvolvimento deste Trabalho:

- 1) O processo de evolução das técnicas edificativas e de viabilização das múltiplas alternativas que se formam em seu desenrolar é, como acontece com a totalidade dos fenômenos reais, extremamente complexo. Resulta ele da permanente e dinâmica interação de fatores de naturezas diversas; as configurações assumidas pelo universo de técnicas edificativas a cada momento, bem como as tendências que direcionam o seu contínuo processo de evolução são sempre e necessariamente conseqüências da composição entre as forças associadas a cada um destes fatores. Uma vez que tais forças apresentam em grande parte das vezes componentes divergentes ou mesmo contraditórios, as resultantes de sua composição não reproduzem nenhuma delas integralmente;
- 2) Reconhecida a sua complexidade, afirma-se a necessidade de realizarem-se abordagens que procurem abarcar parcelas crescentes do fenômeno aqui examinado. A premissa aí subjacente é a de que abordagens sintetizadoras ou integradoras revelam ao observador aspectos que dizem respeito à interação dos múltiplos fatores constituintes do objeto. Tais aspectos costumam escapar às análises compartimentadas ou especializadas, baseadas na intenção de desvendá-lo a partir de algum de seus aspectos específicos tomado como o mais importante ou como sua variável explicativa.
- 3) A partir do reconhecimento da complexidade do objeto e da afirmação da necessidade de realizarem-se tentativas de apreendê-lo em parcelas crescentes, propõe-se um modelo de abordagem que visa a fornecer um sistema de referência capaz de auxiliar o correto enquadramento da multiplicidade de fatores que o constituem.

Na base sobre a qual formula-se este modelo reside a terceira das premissas adotadas, qual seja, a de que a obtenção de uma visão ordenada e estável de um objeto dinâmico e complexo como este constituído pelas técnicas de

Edificação depende diretamente da capacidade de classificarem-se e hierarquizarem-se os diferentes fluxos de mensagens, estímulos e respostas que o compõem, identificando suas naturezas distintas e pondo à mostra a mútua interferência de seus efeitos.

1.4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: GRUPOS DE FONTES CONSULTADAS

Dado o expresso objetivo a que se propõe esta Dissertação - buscar uma abordagem abrangente das técnicas de Edificação que incorpore os múltiplos aspectos de diferentes naturezas que as análises especializadas delas (técnicas de Edificação) revelam - o leque de fontes bibliográficas consultadas ganhou amplitude significativa.

Uma revisão exaustiva de semelhante universo de fontes superaria em muito os limites aos quais deve ater-se um Estudo como este que ora se apresenta; por isso, realiza-se nesta seção apenas uma descrição resumida dos grandes grupos de fontes consultadas.

Foram seis os grupos de obras consultadas com vistas à obtenção dos elementos necessários à realização desta Dissertação; as diferentes disciplinas em torno das quais estão eles estruturados são:

- 1) Técnicas de Construção;
- 2) Arquitetura;
- 3) Economia da Construção;
- 4) Urbanismo;
- 5) Técnica e Tecnologia;
- 6) Histórica Econômica.

Passa-se a seguir aos comentários sobre cada um deste grupos.

1.4.1 - TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO

Deste grupo de fontes obtiveram-se informações sobre materiais, equipamentos e procedimentos da mão-de-obra em canteiro.

Verifica-se neste tipo de Estudo uma clara ênfase na análise do desempenho dos materiais e elementos construtivos empregados e das múltiplas opções de equipamentos e sistemas de construção capazes de simplificar os processos com vistas à redução das exigências - quantitativas e qualitativas - incidentes sobre a mão-de-obra.

1.4.2 - ARQUITETURA

Nas obras de história e análise de Arquitetura há, em geral, uma preocupação preponderante com os produtos - os edifícios - em seus atributos estético-simbólicos, técnico-construtivos e funcionais; materiais e soluções construtivas são normalmente analisados a partir de seus reflexos nos edifícios concluídos. A ênfase dada aos aspectos estético-simbólicos, técnico-construtivos ou funcionais varia de acordo com as diferentes correntes de análise na qual se engajam os autores consultados.

Para efeito da presente Dissertação consideraram-se apenas os aspectos relativos às suas características de objetos resultantes de técnicas construtivas específicas e de objetos produzidos com vistas ao cumprimento de determinadas funções, excluindo-se do campo de interesse da reflexão aqui realizada os aspectos relativos ao seu significado estético-simbólico.

1.4.3 - ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO

A Edificação comparece neste tipo de Estudo na condição de setor produtivo específico, necessariamente engajado em estruturas macro-econômicas que a envolvem e lhe dão sustentação.

Os subsídios obtidos nas obras incluídas neste grupo dizem respeito à adequação dos processos construtivos aos recursos que lhes são postos à disposição - mão-de-obra, materiais, equipamentos, capital - e às exigências que lhes são feitas - prazos e volumes de construção, grau de aproveitamento e de retribuição aos recursos absorvidos.

1.4.4 - URBANISMO

As análises voltadas ao fenômeno da urbanização revelam aspectos fundamentais à elucidação do nexo existente entre a forma como se dá a ocupação dos espaços urbanos e as forças que impulsionam o processo de evolução técnica e econômica - forças de natureza social, política e ideológica, além daquelas econômicas propriamente ditas. Uma vez que a Edificação é um dos instrumentos de materialização deste nexo, descortinou-se aí um aspecto fundamental à percepção ampliada das técnicas construtivas e de seu próprio processo evolutivo.

1.4.5 - TÉCNICA E TECNOLOGIA

Das fontes voltadas ao estudo das Técnicas, da Tecnologia e de seu desenvolvimento histórico extraíram-se os elementos necessários à compreensão da evolução técnica e tecnológica que vem ocorrendo desde a Primeira Revolução Industrial, bem como ao enquadramento da evolução havida nas técnicas construtivas neste fenômeno mais amplo que diz respeito à totalidade dos processos produtivos.

1.4.6 - HISTÓRIA ECONÔMICA

As obras enquadradas neste grupo foram consultadas enquanto fontes auxiliares à compreensão do fenômeno de evolução técnica e tecnológica, tanto em seu alcance mais amplo quanto naquele que diz respeito especificamente às técnicas de Edificação.

Boa parte dos fatores que têm impulsionado o desenvolvimento técnico revela-se em obras de história e análise econômica, já que implícito aí se encontra o próprio desenvolvimento das forças produtivas.

1.5 - RESUMO DOS CAPÍTULOS

O Trabalho divide-se em três capítulos (além de Introdução e Conclusão); em cada um deles procura-se demonstrar de distintas maneiras a eficácia das abordagens integradoras em geral, e em particular daquela aqui proposta, enquanto

sistemas de referência ordenadores da percepção do universo constituído pelas Técnicas de Edificação e seu processo de evolução.

No segundo capítulo procede-se a um amplo exame das técnicas edificativas, procurando-se evidenciar seu significado de instrumentos reguladores dos processos construtivos em cada um de seus insumos e fatores intervenientes.

Busca-se neste capítulo apontar as múltiplas vinculações que amarram as técnicas edificativas ao seu contexto sócio-econômico mais amplo, identificando aí as várias ordens de condicionantes que agem sobre elas, de forma não só a amparar e estimular seu processo de evolução e diversificação, mas também a viabilizar ou não as múltiplas alternativas geradas no desenrolar deste processo.

O conjunto de considerações que se fazem neste capítulo sobre o tema da Dissertação coloca-se de maneira genérica, sem vinculá-lo a contextos espaciais ou temporais específicos; formulando-o assim, de maneira abstrata, pretende-se torná-lo apto a conduzir a observação e a análise do objeto aqui examinado em suas várias manifestações que possam ocorrer em diferentes situações concretas.

No terceiro capítulo utilizam-se as noções sistematizadas no capítulo anterior como elementos condutores da busca de uma visão abrangente e organizada de três momentos específicos - e fundamentais - da evolução das técnicas edificativas a partir da Revolução Industrial. Constitui-se este capítulo, portanto, em um exercício de verificação da validade dos conceitos anteriormente formulados em abstrato dentro de contextos históricos progressos definidos e ricos de significado.

No quarto capítulo realiza-se uma nova aplicação das noções formuladas no primeiro, agora com vistas à percepção abrangente e estável da atual realidade das técnicas edificativas no Brasil. Como parte desta busca de um conhecimento ordenado, procura-se identificar algumas tendências que devem indicar a direção das mudanças que estão a

ocorrer ou que ocorrerão a curto prazo no universo constituído por essas técnicas. Consiste este capítulo na tentativa de fazer-se um mapeamento das alternativas construtivas atualmente correntes no Brasil, bem como do tipo de necessidade que cada uma busca atender.

Sinteticamente, pode-se descrever a trajetória a ser cumprida ao longo dos três capítulos constituintes do corpo desta Dissertação como:

- 1) A formulação de princípios de ordem geral que permitam uma visão ordenada do complexo universo constituído pelas técnicas de Edificação;
- 2) A verificação da validade destes princípios enquanto instrumentos organizadores da exploração e do conhecimento de realidades passadas;
- 3) A verificação destes princípios enquanto instrumentos organizadores do conhecimento de realidades presentes e futuras.

CAPÍTULO 2

2.1 - INTRODUÇÃO

2.1.1 - OBJETIVOS, CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Neste capítulo procede-se à elaboração de uma visão abrangente do processo de viabilização e evolução das técnicas edificativas.

Procura-se aqui integrar em uma única imagem os fatores, insumos e condicionantes de diferentes naturezas que, em permanente interação, fornecem a moldura e o suporte que dão o enquadramento e a sustentação às diferentes alternativas de técnicas edificativas que podem coexistir e/ou suceder-se no tempo.

Os elementos que se utilizam na elaboração dessa imagem são aqueles que se obtêm na extensa bibliografia existente sobre o assunto - técnicas de edificação e seu processo de mudança.

Um dos traços característicos comuns à maioria dos trabalhos aí incluídos é a forma especializada com que abordam o tema. A partir de algum de seus aspectos mais importantes - geralmente aqueles com que os autores estão mais familiarizados - examina-se o fenómeno como um todo, colocando os demais aspectos em subordinação àquele privilegiado.

Tal forma de abordagem, ainda que permita um conhecimento bastante aprofundado sobre aspectos particulares do tema, carrega uma limitação típica do conhecimento especializado: leva a uma percepção compartimentada das técnicas de edificação, e induz à - falsa - idéia de que algum

de seus aspectos específicos possa ser determinante em relação aos demais no seu processo de viabilização e evolução.

A idéia que neste capítulo procura-se enfatizar, ao contrário, é a da importância dos mecanismos de interação da totalidade dos aspectos particulares do fenômeno. Insiste-se aqui na noção de que nenhum desses aspectos é suficientemente poderoso para sozinho explicar a configuração que assumem as técnicas de edificação, uma vez que elas só se viabilizam dentro de um quadro dinâmico e **complexo** em que cada uma das particularidades ganha importância e significado na medida em que se conjuga com as demais.

Em uma abordagem integradora das técnicas edificativas como aqui se procura fazer, tornam-se extremamente úteis muitos dos conceitos próprios da **abordagem sistêmica** (HANDLER, 1970; BONIN, 1987) (2.7). Esse modelo de conhecimento oferece instrumentos válidos para a correta e completa percepção e representação de objetos dinâmicos e complexos como sucede ser o processo evolutivo das técnicas de edificação. Como ponto que mais interessa na abordagem sistêmica adota-se aqui o método de identificar no objeto analisado seus diferentes **fluxos** de insumos e informações, organizando-os e dando-lhes uma classificação de forma a tornar compreensível sua mútua dependência, sua ordenação hierárquica e, principalmente, a configuração da **totalidade** que se estabelece a partir de sua dinâmica interação.

Antes de entrar propriamente no tema deste capítulo cabe aprofundar a definição de Técnica de Edificação esboçada em linhas gerais no capítulo anterior.

Entende-se aqui por Técnica de Edificação a **forma de composição** entre o conjunto de procedimentos, matérias-primas e equipamentos que participam dos **processos construtivos** na geração de objetos complexos destinados a cumprir com funções pré-determinadas - os **edifícios**.

Para os limites deste Trabalho, portanto, a Técnica de Edificação é o elemento central e ordenador do processo construtivo. Fundem-se assim em um único conceito duas noções

que PICARELLI (1983)⁽⁴⁴⁾ apresenta cindidas em dois conceitos complementares (**sistema construtivo** = conjunto de elementos produzidos e utilizados na edificação guardando entre si uma relação definida + **técnica** = procedimentos próprios de cada sistema construtivo).

2.1.2 - EDIFICAÇÃO COMO SISTEMA

Da definição de técnicas edificativas dada acima infere-se que o processo construtivo e, em seu centro, as técnicas de Edificação, interpõem-se entre demandas e conjunto de edifícios, os fluxos que se estabelecem entre as extremidades - demandas e produtos - têm duplo sentido, ou seja, o condicionamento é mútuo. Em linguagem sistêmica, isso significa que há uma permanente **realimentação** (BONIN, 1987)⁽⁷⁾ entre as demandas, os edifícios produzidos para atendê-las e, no centro do sistema, as técnicas edificativas. (fig. 01).

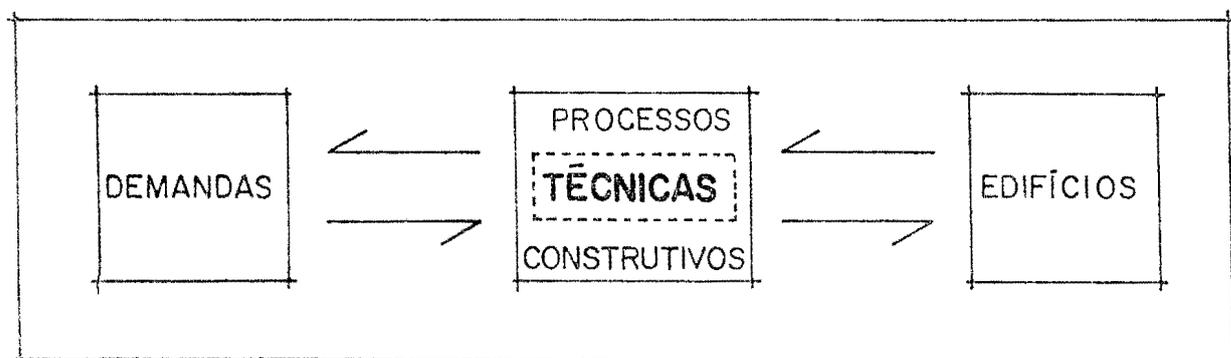


FIGURA 01 - As técnicas construtivas no Sistema Edificação

2.2 - CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS DEMANDAS - PROPOSTA DE UM MODELO DE ANÁLISE

Pela forma como as diferentes demandas condicionam os possíveis arranjos das técnicas edificativas pode-se dividi-las em três tipos:

- 2.1 - Demandas relativas aos produtos;
- 2.2 - Demandas relativas aos processos construtivos;
- 2.3 - Demandas de adequação ao processo de urbanização.

As três ordens de demandas exercem efeitos igualmente poderosos na conformação das técnicas de edificação, e vice-versa, e a validade dessa classificação reside no fato de poder-se através dela ter uma percepção mais clara de como se dá a interação entre estas e aquelas.

2.2.1 - DEMANDAS RELATIVAS AOS PRODUTOS

Referem-se elas diretamente às funções que os edifícios devem cumprir em sua utilização. Face a elas ocorre a conceituação funcional dos edifícios a produzir e, no fluxo contrário ou de realimentação do processo, a própria formulação das demandas funcionais é permanentemente condicionada pela forma e o grau com que os edifícios as preenchem. (Fig. 02).

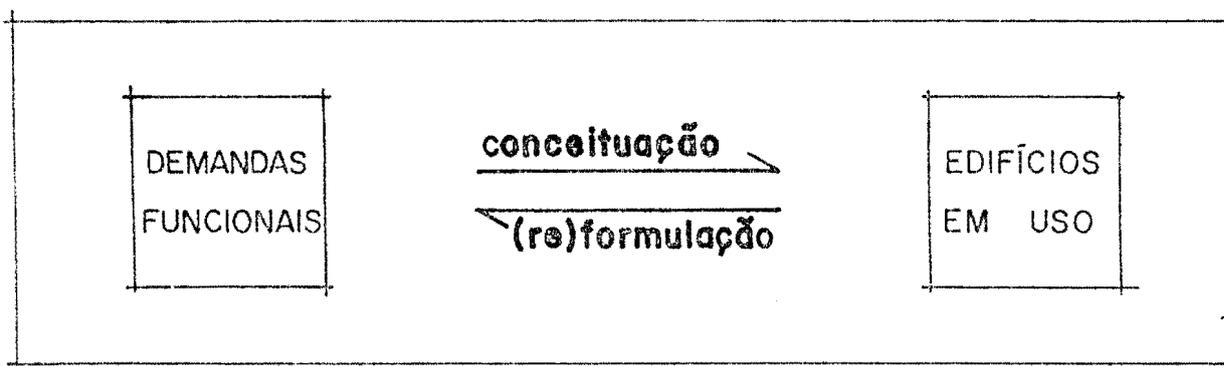


FIGURA 02 - Mútua determinação entre demandas funcionais e edifícios em uso

2.2.1.1 - FUNÇÕES E SUB-SISTEMAS FUNCIONAIS

As funções cumpridas pelos edifícios enquanto objetos utilitários e que aparecem listadas na literatura voltada ao assunto podem ser agrupadas da seguinte maneira:

- 1) Prover espaços ao abrigo dos elementos agressivos do meio exterior (chuvas, ventos, ruídos, frio e calor excessivos), permitindo ao mesmo tempo o aproveitamento dos elementos favoráveis às boas condições de habitabilidade (luminosidade, ventilação e/ou insolação);

- 2) Garantir espaços com dimensões adequadas às funções a serem ali desempenhadas, dentro de condições de estabilidade e segurança físicas;
- 3) Possibilitar a compartimentação dos espaços internos em espaços menores, funcionalmente especializados, dentro de níveis adequados de isolamento acústico e visual entre si;
- 4) Permitir, no caso de haver planos horizontais em cotas diferentes, o deslocamento vertical entre eles;
- 5) Oferecer meios (canais) de entrada e distribuição de energia e comunicações;
- 6) Oferecer meios de entrada e distribuição de água potável;
- 7) Oferecer meios de escoamento de detritos e águas servidas.

Enquanto elementos mediadores entre o pólo das demandas e o dos produtos gerados cabe aos processos construtivos realizar a **decodificação** deste conjunto de demandas funcionais de acordo com as diferentes funções às quais ele se refere. Segundo a visão sistêmica, tal decodificação se dá em correspondência aos diferentes **sub-sistemas funcionais** constituintes dos edifícios (HANDLER, 1970) (21), adquirindo estes o caráter de **complexos funcionais** (Fig. 03).

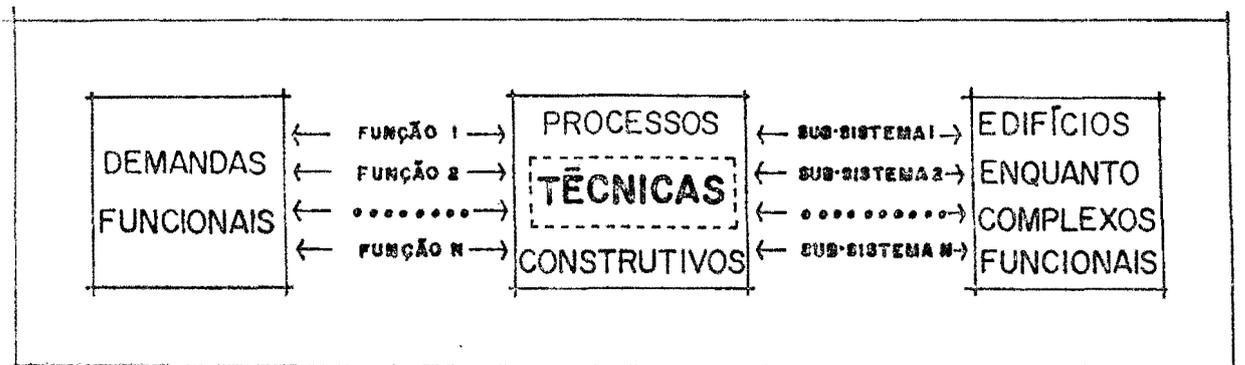


FIGURA 03 - Decodificação das demandas funcionais segundo diferentes sub-sistemas

A partir das funções acima enumeradas, os sub-sistemas que se definem são os seguintes:

- 1) Sub-sistema dos planos externos verticais (função 1);
- 2) Sub-sistema cobertura (função 1);
- 3) Sub-sistema portante (função 2);
- 4) Sub-sistema partições internas (função 3);
- 5) Sub-sistema circulação vertical (função 4);
- 6) Sub-sistema de instalações elétricas e de telecomunicações (função 5);
- 7) Sub-sistema de instalações hidráulicas (função 6);
- 8) Sub-sistema de instalações sanitárias (função 7).

Essa classificação dos sub-sistemas varia de acordo com a fonte consultada; a forma com que se agrupam ou dividem as funções e a correspondência que se estabelece entre elas e os sub-sistemas não são únicas nem absolutas.

No caso desta Dissertação, por exemplo, e atendendo a uma preocupação de simplificar a forma de expor o elenco de funções e sub-sistemas funcionais constituintes dos edifícios, acabamentos e revestimentos consideram-se como partes dos sub-sistemas aos quais se integram, não sendo por isto conceituados como sub-sistemas à parte.

Segundo tal perspectiva, qualquer revestimento é percebido como parte integrante da superfície à qual esteja aplicado. De maneira análoga, forros, lambris, molduras e mata-juntas, entendidos aqui como elementos construtivos de acabamento, são também considerados como partes integrantes daqueles sub-sistemas aos quais estejam incorporados. (*)

O fato que adquire importância para o objetivo deste Trabalho, no entanto, é que a diferentes definições e agrupamentos das funções a cumprir com seus respectivos sub-sistemas correspondem alternativas e arranjos técnicos distintos. A determinação é recíproca: tanto a conceituação (de

* Adota-se aqui para revestimentos e acabamentos um sentido distinto daquele proposto em ROSSO (1976) (40). Por acabamento considera-se qualquer material ou elemento construtivo utilizado na resolução da interface de um sub-sistema com os demais e/ou com os espaços de uso. Revestimento é aqui entendido como o acabamento dado a qualquer tipo de superfície, horizontal ou vertical, e aplicado diretamente a ela.

funções e sub-sistemas) exerce influência sobre os arranjos técnicos, quanto estes, a partir da forma como ordenam seus insumos e fatores, condicionam aquelas.

Por exemplo, no caso de haver uma superposição conceitual entre as funções 2 (estabilidade) e 3 (compartimentação), certos materiais, equipamentos e procedimentos ficam automaticamente excluídos, enquanto outros passam a ser a escolha natural; os elementos de partição interna passam a desempenhar simultaneamente funções de compartimentação e sustentação. Para tanto, os materiais aí utilizáveis devem ter peso e resistência compatíveis, sendo sua manipulação necessariamente adequada a essas características, além de contar com o auxílio de equipamentos igualmente apropriados. A partir de uma prévia conceituação das funções e sub-sistemas correspondentes, portando, ficam definidas as alternativas técnicas possíveis (no caso específico do exemplo dado).

A contrapartida ao exemplo dado no parágrafo acima, por outro lado, é igualmente válida; em certos tipos de edifícios para os quais se opta por utilizar materiais e procedimentos idênticos na execução dos paramentos verticais e das coberturas (o que configura uma opção técnica), a distinção entre os sub-sistemas 1 e 2 deixa de existir, e a função 1 (proteção contra os agentes agressivos) passa a ser cumprida por um único sub-sistema (cobertura e paramentos verticais fundem-se numa única casca reguladora da interação entre espaços internos e externos).

2.2.1.2 - QUALIDADE E DESEMPENHO DOS EDIFÍCIOS

Todas as exigências que digam respeito à **qualidade** dos edifícios e de suas partes e ao seu **desempenho** (BONIN, 1987) (7) enquanto objetos utilitários fazem parte do elenco de demandas voltadas aos produtos.

Entram aqui quaisquer considerações relativas à correta alocação dos materiais e elementos construtivos face às funções que desempenharão no período de utilização dos edifícios, ou seja considerações sobre sua adequação funcional.

Neste mesmo sentido, a razão entre o grau de satisfatoriedade com que os edifícios possam cumprir com as funções a eles designadas e o nível de consumo dos insumos necessários ao cumprimento dessas funções torna-se parâmetro importante na avaliação da capacidade desses edifícios de atender às demandas funcionais sobre eles incidentes.

Entre estes insumos coloca-se a mão-de-obra necessária à sua operação, manutenção e conservação, os materiais utilizados no reparo, reposição e reconstituição de partes degradadas pelo uso e pelos elementos agressivos do meio, e a energia consumida tanto na operação dos vários sub-sistemas quanto nos trabalhos de manutenção e conservação.

A partir dos dois choques do petróleo ocorridos na década de 70 e da conseqüente elevação dos custos de obtenção do último dos insumos acima citados (energia), o grau de sua absorção ao longo da vida útil dos edifícios converteu-se em fator especialmente crítico na viabilização e sustentação das técnicas construtivas segundo a perspectiva das demandas voltadas aos produtos da Edificação.

Fazem parte igualmente desta ordem de demandas as exigências relativas à qualidade de execução das obras, uma vez que remetem necessariamente ao grau de satisfatoriedade com que os edifícios cumprem com alguma ou algumas das funções a eles designadas.

2.2.1.3 - VIABILIZAÇÃO FUNCIONAL DAS TÉCNICAS EDIFICATIVAS

O processo de permanente redefinição a que ficam submetidos demandas funcionais, edifícios e, enquanto elemento mediador entre os dois pólos, as técnicas edificativas, configura um vetor que expressa um fator de viabilização dessas mesmas técnicas segundo um de seus aspectos fundamentais, qual seja, aquele referente a uma perspectiva de análise puramente funcional. Por isso, é ele aqui designado como vetor de viabilização funcional das técnicas construtivas.

Nas três instâncias principais identificadas no sistema Edificação (Fig. 01), o vetor de viabilização funcional manifesta-se de maneiras particulares; a definição de cada uma

delas decorre diretamente do significado das instâncias a que estão associadas. (Fig. 04)

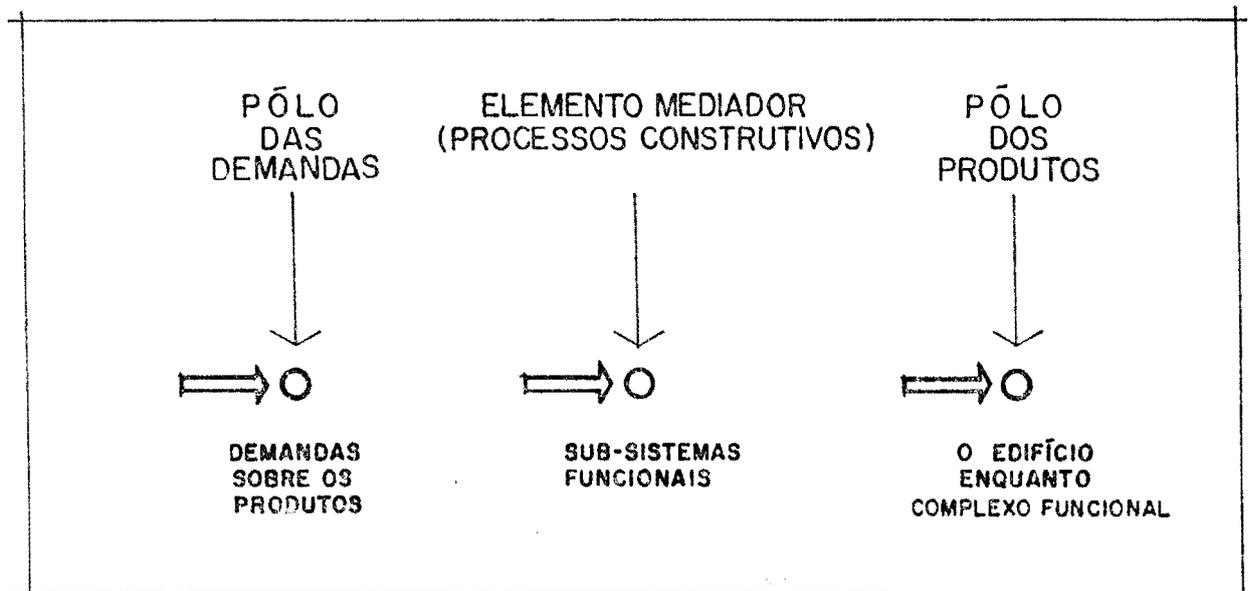


FIGURA 04 - O Vetor de Viabilização Funcional nas três instâncias do Sistema Edificação

2.2.2 - DEMANDAS RELATIVAS AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Referem-se elas à efetividade destes processos na geração de seus produtos finais, considerados os recursos aí consumidos; tais demandas remetem, portanto, à Edificação enquanto instância da estrutura de reprodução material do meio em que se insere.

As alternativas técnicas caracterizam-se e diferenciam-se entre si pelas diferentes composições que fazem com os insumos que as constituem. Cada um deles ingressa no arranjo das técnicas edificativas com qualificação específica e, no seu conjunto, dão a configuração final aos vários arranjos possíveis.

Materiais, mão de obra e equipamentos variam em suas características de acordo com o sub-sistema funcional ao qual estejam destinados; isso significa que qualquer alternativa técnica deve necessariamente oferecer os meios de resolução de cada um deles (sub-sistemas). (fig. 05)

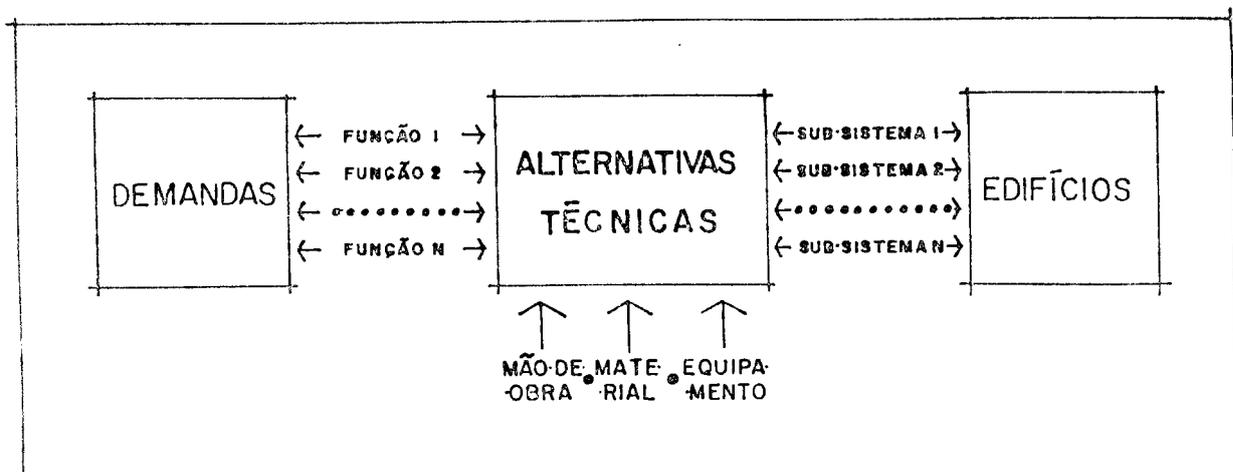


FIGURA 05 - Intervenção dos insumos na realização de cada sub-sistema

2.2.2.1 - A EDIFICAÇÃO ENQUANTO PARTE DE UMA ESTRUTURA SÓCIO-ECONÔMICA AMPLA

A disponibilidade com que cada um dos insumos constituintes das técnicas edificativas a elas se integra depende, tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo, do grau de desenvolvimento das forças produtivas do meio em que elas se inserem.

A Edificação coloca-se apenas como uma das várias partes de um amplo conjunto de processos e técnicas produtivas que procuram responder às necessidades materiais dos organismos sociais em que se inserem. Essas várias respostas, por sua vez, são indissociavelmente ligadas e interdependentes, já que apelam sempre e necessariamente para um fundo comum de recursos materiais e humanos.

Todas as tentativas de inserção de técnicas em contextos despreparados para oferecer os insumos necessários à concretização dos processos construtivos por elas definidos (por exemplo, casos recentes de introdução de técnicas altamente sofisticadas em países subdesenvolvidos da África e Oriente Médio) podem evocar-se como confirmações práticas desta afirmação. Nestes casos, a sustentação da aplicação de tais processos passa a depender da criação de "microclimas" diferenciados de seus contextos maiores e destinados a

compensar as deficiências destes mesmos contextos comparativamente àqueles em que os referidos processos foram originalmente gerados.

As influências que se exercem sobre a viabilidade e a evolução das técnicas construtivas a partir de seus insumos constituintes não se resumem, portanto, àquelas óbvias, decorrentes de serem eles a sua própria base material; além dessas, geram-se outras que decorrem do fato de serem esses insumos extraídos da própria base produtiva da sociedade.

Ao fundo comum onde se abastecem de seus insumos as técnicas construtivas ocorrem todos os demais setores produtivos, cada um dos quais exercendo poderes diferenciados de atração sobre os recursos disponíveis; cria-se aí, assim, um mecanismo de permanente busca de equilíbrio de pressões, à semelhança de uma câmara de compensação. (fig. 06)

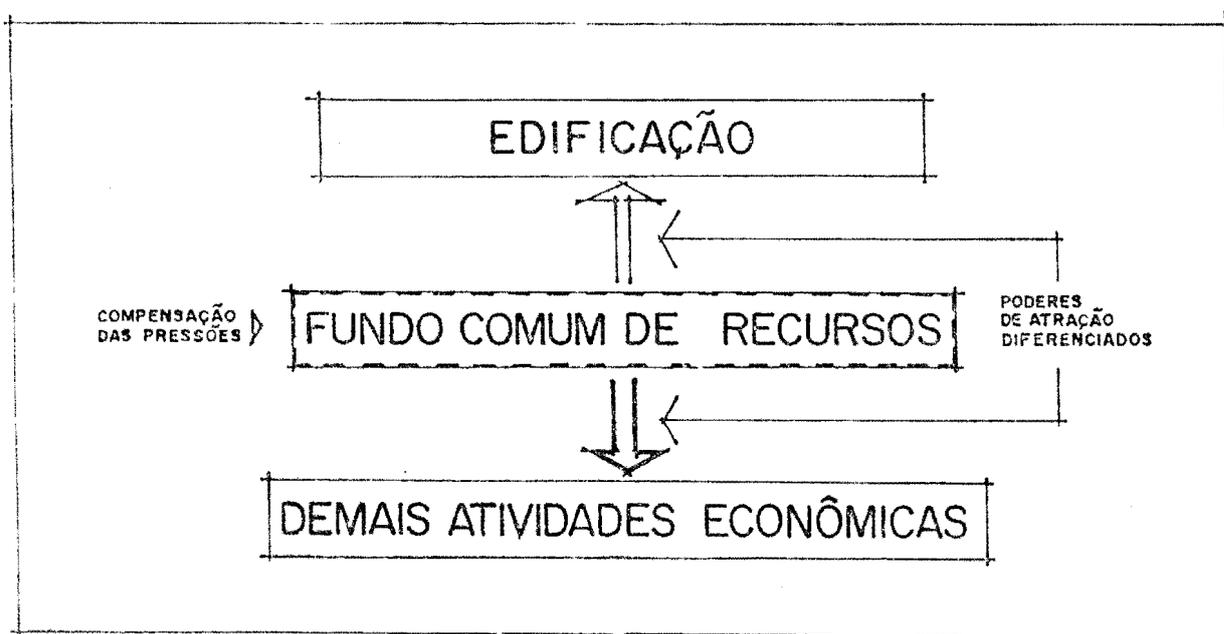


FIGURA 06 - Disputa entre a Edificação e as demais atividades pelos recursos comuns

Para cada um dos recursos que ingressa efetivamente na composição técnica do processo construtivo forma-se um conjunto de exigências que correspondem aproximadamente à retribuição que a sociedade exige ao processo de produção de edifícios. Essa exigência de retribuição concretiza-se em termos de formação de demandas dirigidas ao processo construtivo

propriamente dito, e resumem-se no estímulo permanente que se exerce no sentido que o processo apresente taxas crescentes de produtividade. (SILVA, 1986) (21)

O conceito de produtividade, que expressa a razão entre o valor e/ou volume de produto gerado e o valor e/ou volume dos insumos que entraram em sua geração, é o parâmetro de avaliação da efetividade dos métodos e processos produtivos na **otimização** do aproveitamento dos recursos ali consumidos.

Segundo esta perspectiva de busca de otimização do processo construtivo, é socialmente mais desejável qualquer alternativa baseada em uma técnica construtiva capaz de, a partir de uma quantidade ou um valor de insumos similar aos utilizados por outras, gerar maiores volumes ou valores de obras acabadas, mantidos idênticos padrões de qualidade e desempenho. Analogamente, são desejáveis os procedimentos que permitam, para um mesmo valor ou volume de produto (com qualidade constante), sua produção a partir da utilização de uma quantidade comparativamente menor de insumos.

Pode-se considerar que o conjunto de demandas dirigidas ao processo construtivo, geradas a partir da entrada dos diferentes insumos em sua composição técnica constitui-se na formação de um mecanismo de equilíbrio de pressões interno ao processo e correspondente àquele existente entre ele (processo construtivo) e os demais processos produtivos que garantem a sustentação material das sociedades. (fig. 07)

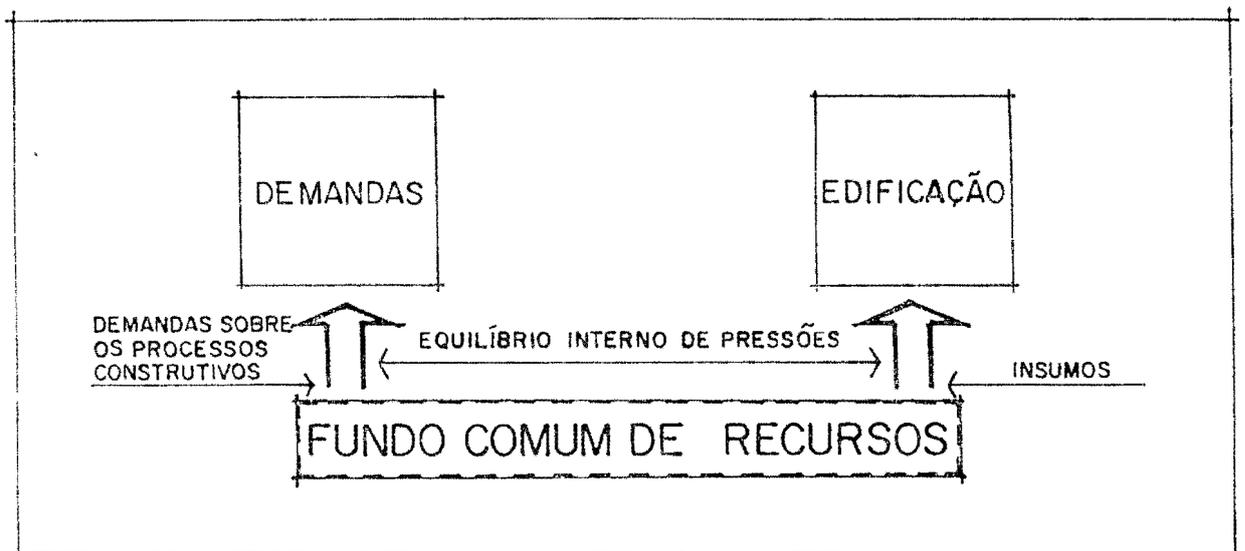


FIGURA 07 - Mútua compensação entre recursos entregues à Edificação e formação de demandas dirigidas aos processos construtivos

2.2.2.2 - INSUMOS DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS E DEMANDAS ASSOCIADAS

A forma com que geram-se demandas a partir do ingresso dos diferentes insumos na composição técnica ganha características específicas de acordo com o insumo do qual se esteja a tratar.

2.2.2.2.1 - Mão-De-Obra

2.2.2.2.1.1 - A Mão de Obra na Conformação das Alternativas Técnicas

A caracterização de uma alternativa técnica com respeito à mão-de-obra utilizada dá-se de acordo a dois parâmetros distintos: a) intensidade e b) qualificação.

A **intensidade** em mão-de-obra de um arranjo técnico específico indica-se pela razão entre o número de horas de trabalho consumidas em um número representativo de empreendimentos produzidos de acordo com as características deste arranjo, e o valor ou volume de produto (edifícios) gerado nesses mesmos empreendimentos. Na comparação entre duas alternativas técnicas distintas, diz-se que uma é mais

intensiva em mão-de-obra que outra na medida em que, para idênticos valores ou volumes de obra produzidos, consome maior quantidade de horas trabalhadas.

Já a **qualificação** da mão-de-obra refere-se à capacitação exigida ao operário no desempenho das diferentes tarefas em que se decompõe o ciclo produtivo, dentro dos limites definidos pelo arranjo técnico específico.

Esta capacitação pode ser avaliada segundo critérios quantitativos e qualitativos; os primeiros tratam de medir a razão entre o volume ou o valor das tarefas e o tempo para isso consumido; os critérios qualitativos ocupam-se de estimar o grau de **habilidade** e **inventividade** necessário à conclusão das tarefas dentro de parâmetros de qualidade pré-estabelecidos.

Em uma escala formada pelos diferentes graus de capacitação que pode apresentar a mão-de-obra empregada na construção de edifícios, o limite inferior é dado pelos operários identificados como **sem qualificação**. São estes indivíduos que contribuem ao processo produtivo apenas com sua força física, por não apresentarem qualquer tipo de habilidade específica. Normalmente sua atribuição restringe-se aos serviços de limpeza dos canteiros, preparação e transporte dos materiais.

Os níveis superiores de qualificação, no entanto, são de caracterização mais complexa. A medida em que o indivíduo adquire maior habilidade no desempenho de tarefas específicas, sua capacitação aumenta na mesma razão em que o nível de satisfação no atendimento aos parâmetros de avaliação da qualidade do serviço e o volume de produção relativo ao tempo aumentam isoladamente ou, numa hipótese de qualificação mais acentuada, quando ambos indicadores melhoram simultaneamente (VALLADARES, 1981) (50).

Na comparação entre indivíduos que cumprem tarefas distintas, aparece como mais qualificado aquele que responde pela tarefa mais exigente em termos de destreza motora, precisão, sensibilidade às características dos materiais e equipamentos utilizados, e, em um grau ainda mais elevado,

capacidade de **improvisação** e resposta a problemas imprevistos. As repetidas referências que se fazem na bibliografia à grande demanda por **mão-de-obra artesanal** nas técnicas edificativas tradicionais aludem de forma mais ou menos explícita a um grau de qualificação equivalente ao último dos que foram acima descritos (habilidade + inventividade).

Na avaliação das diferentes qualificações que pode assumir a **mão-de-obra**, tem especial importância o conceito de sua **especialização**. Refere-se este conceito ao grau de **familiaridade** e **treinamento** no desempenho de uma tarefa específica. Uma **mão-de-obra** com elevado grau de especialização não tem necessariamente o mesmo significado que uma **mão-de-obra** altamente qualificada; essa superposição ocorre apenas na medida em que a familiaridade e o treinamento implícitos no primeiro conceito verificam-se relativamente a tarefas complexas que exijam aos seus executores, além de um elevado grau de habilidade manual e/ou motora, um uso permanente de sua capacidade de reflexão e raciocínio.

BLACHÈRE (1977)⁽¹¹⁾ dá um exemplo esclarecedor da diferença entre trabalho qualificado e trabalho especializado, ao referir-se à fabricação de lâmpadas de óleo pelos romanos. Aos **artesãos** cabia a confecção dos moldes (trabalho qualificado), enquanto aos **especialistas** restava a tarefa repetitiva de preenchê-los e enviá-los à cocção (trabalho especializado).

A especialização no processo produtivo da Edificação dá-se normalmente em torno dos diferentes sub-sistemas funcionais que constituem o produto acabado. Em trabalho publicado no ano de 1971 pelo Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Rio Grande do Sul⁽¹²⁾ estão listadas vinte e seis profissões diretamente envolvidas na produção de edifícios. Percebe-se ali que a realização de cada um dos sub-sistemas desdobra-se em várias profissões complementares, responsáveis cada uma delas, ao final, por uma parcela muito pequena da totalidade das tarefas.

A grande virtude normalmente apontada como justificativa ao processo de especialização da **mão-de-obra** é a

maior capacitação (quantitativa e qualitativa) dos produtores na realização das várias partes que compõe os edifícios (BISHOP, 1979) ⁽⁴⁾. O significado dessa via de qualificação, no entanto, não esgota-se aí; junto com a destreza e rapidez de produção que a repetição de tarefas muito simples permite (*efeito aprendido*), há uma perda de domínio (físico e perceptivo) sobre a **totalidade** do produto gerado, o que significa, em última instância, uma perda de **poder de decisão** sobre o processo como um todo por parte de seus agentes diretos (FERRO, 1979) ⁽¹³⁾. É justamente baseado nessa implicação do processo de especialização da mão-de-obra que VARGAS (1979) ⁽⁴¹⁾ discute a noção corrente de que a Edificação, tal como é praticada no Brasil, configura um sistema **artesanal**. Este autor nega-se a aceitar tal noção, já que o trabalho do artesão caracteriza-se por apelar não apenas às habilidades manuais, mas também à sua capacidade de **concepção** do objeto a produzir; há neste caso uma intervenção integral do agente do processo, formado por trabalho mental - **pensar** - e trabalho físico - **fazer** - resultando num domínio total sobre o objeto.

Na produção dos edifícios, entretanto, a intervenção dos operários sobre os produtos é fragmentada - **especializada** - e, além disso, desprovida de conteúdo inventivo ou intelectual; é um mero **fazer** cuja concepção (**pensar**) chega pronta ao canteiro na forma de projetos ou instruções concebidas em bases técnico-científicas. Por apresentarem tais características, as técnicas edificativas são classificadas pelo autor ora citado como **Manufatura**, ao invés de **Artesanato**.

2.2.2.2.1.2 - Mão-De-Obra E Demandas Sobre Os Processos Construtivos

A capacidade de absorção de mão-de-obra pela Edificação dá-se em função dos salários que o setor é capaz de oferecer aos seus agentes; o leilão que se estabelece entre este e todos os demais setores produtivos baseia-se neste argumento. O grau de qualificação da mão-de-obra interveniente é o fator **determinante** do seu custo; quanto maior sua qualificação, maiores os salários necessários para atraí-la e mantê-la. A inter-dependência que a partir daí se estabelece entre os

arranjos técnicos da Edificação e a mão-de-obra interveniente ocorre no sentido de exigir ao processo construtivo que o rendimento da mão-de-obra (sua produtividade) cresça proporcionalmente ao seu custo, ou seja, aos salários pagos.

Nas economias baseadas na acumulação do capital ao longo dos processos produtivos (caso brasileiro), a pressão que se exerce sobre os arranjos técnicos é para que se criem condições que permitam à produtividade do fator trabalho um crescimento proporcionalmente maior que aquele de seu custo, de forma a gerar-se aí um diferencial de ganhos que alimente o processo de acumulação (a apropriação da mais-valia pelos detentores do capital).

O crescimento exponencial da capacidade produtiva ocorrido ao longo das três Revoluções Industriais teve por mola mestra a contínua busca por maiores níveis de produtividade do fator mão-de-obra (SINGER, 19)⁽²²⁾. Também na Edificação ocorreu tal fenômeno, ainda que em grau menor quando comparado àquele das indústrias seriadas produtoras de bens móveis; a progressiva redução na incidência de mão-de-obra nos processos construtivos foi um dos aspectos mais visíveis das mudanças ocorridas em todos os lugares onde os efeitos da Revolução Industrial fizeram-se sentir (BRUNA, 1972)⁽²³⁾.

2.2.2.2.2 - Materiais

2.2.2.2.2.1 - Os Materiais Na Conformação Das Alternativas Técnicas

Os materiais empregados participam na definição das diferentes alternativas técnicas viáveis para a Edificação por determinarem uma série de limites e condicionantes aos procedimentos construtivos possíveis. As análises que se fazem das técnicas edificativas a partir dos materiais empregados costumam centrar-se no critério das exigências que se fazem no processo de sua incorporação aos edifícios, em termos de facilidade de manipulação e transporte, dos requisitos de habilidade da mão-de-obra e do tipo de equipamentos necessários à sua utilização, de sua associabilidade aos demais materiais e elementos constituintes das obras.

Tais exigências são função das características físicas dos materiais (peso e volume unitários), do seu grau de acabamento e de sua complexidade. Do peso e volume decorrem condicionantes ao tipo de equipamento e à quantidade de homens necessários à sua movimentação e alocação em obra; os níveis de acabamento e complexidade, por sua vez, determinam o grau de consumo de mão-de-obra em canteiro para o seu aproveitamento na produção do edifício.

Via de regra, quanto mais próximo do seu estado bruto chega um material ao canteiro, maior é a sua demanda por beneficiamento no local. Exemplo comum nesse sentido é dado a seguir, onde se colocam três alternativas distintas para o uso do concreto na produção de partes de um edifício:

- a) Recebimento em obra da areia, da pedra (cascalho ou brita) e do cimento, procedendo-se sua mistura no próprio canteiro;
- b) Recebimento do concreto pré-misturado, em estado fluido, de forma que o serviço em obra restrinja-se ao seu lançamento nas formas e leitos onde deverá processar-se a cura;
- c) Recebimento de placas de concreto armado fabricadas fora do canteiro, resumindo-se o trabalho *in loco* à colocação desses elementos em suas posições definitivas e sua fixação (ou solidarização) aos elementos contíguos.

Através da seqüência em que foram colocadas as três alternativas acima, percebe-se uma progressão crescente no grau de beneficiamento e acabamento de um dos materiais (elementos) integrantes do processo construtivo, acompanhada de uma simultânea redução do nível de consumo de trabalho necessário à sua utilização.

A mesma lógica presente no exemplo dado acima verifica-se para a variação de volume dos elementos utilizados. O exemplo colocado a seguir, em que se listam três alternativas bastante comuns para a execução das paredes de um edifício, demonstra este fato:

- a) Empregam-se elementos de pequenas dimensões (tijolos cerâmicos, blocos de cimento ou sílico-calcáreos, régua estreitas de madeira pregadas a uma estrutura portante) que deverão ser colocados um a um em suas posições definitivas;
- b) Empregam-se elementos de tamanho maior, equivalentes a um múltiplo daqueles acima citados (blocos ou painéis de gesso ou concreto auto-clavado, painéis de madeira leve, placas metálicas ou em fibrocimento fixadas a uma estrutura portante) de forma que seu emprego implique a associação de um número **significativamente** menor de elementos;
- c) Colocam-se paredes inteiras pré-fabricadas em suas posições definitivas, de maneira a reduzir o trabalho em canteiro à mera localização e posterior fixação dessas paredes à estrutura portante do edifício, aos pisos superiores e inferiores e às paredes adjacentes.

Juntas

Além do fenômeno da proporcionalidade inversa entre o consumo de mão-de-obra em canteiro e grau de beneficiamento e/ou dimensões dos materiais concorrentes ao processo construtivo, as duas progressões exemplificadas acima põem em relevo um outro aspecto fundamental na caracterização de uma alternativa de técnica edificativa, qual seja, o das **juntas** entre os diferentes elementos.

Nas práticas em que a produção de edifícios se faz pelo emprego de materiais fundidos no local, ou pela associação de elementos de pequenas dimensões mediante o emprego de argamassas ou outros materiais colantes, as partes construídas resultam contínuas e praticamente monolíticas. Nesses casos, a **junção** entre os elementos menores, a resolução de seus movimentos de dilatação e contração inerentes a qualquer material, a **vedação** satisfatória das juntas com a sua simultânea **estabilidade** não chegam a representar problemas de difícil solução.

As técnicas, porém, baseadas no emprego de grandes elementos pré fabricados têm na questão das juntas um dos temas de mais difícil resolução. As respostas específicas que se dão a esse aspecto são traços fundamentais na caracterização de qualquer alternativa técnica, exigindo qualificação de mão-de-obra e desenvolvimento de materiais e equipamentos a elas adequados (ROSSO, 1976) (48).

Componentização

Na possibilidade de substituição de materiais de baixo grau de beneficiamento e/ou complexidade e elementos de pequenas dimensões por outros de características opostas reside o conceito de **componentização** das técnicas edificativas. Noção inicialmente desenvolvida no âmbito da indústria seriada, o **componente** vem a ser o elemento que, por apresentar maior nível de complexidade e/ou maiores dimensões, permite que a construção de edifícios possa converter-se em um processo de **montagem**, simplificado, de forma a consumir menos horas de trabalho por volume de obra produzida do que aquelas típicas da construção tradicional (WALTHER, 1981) (49).

Coordenação Dimensional E Modular

Os conceitos de coordenação dimensional e modular representam respostas à demanda de otimização no aproveitamento de elementos e componentes de construção; pelo estabelecimento de um **padrão de relações dimensionais** entre as várias partes dos edifícios, evitam-se os trabalhos de corte e ajuste em obra, de forma a permitir que a associação entre os elementos possa fazer-se sem a necessidade de adaptações de uns aos outros no momento da construção (BNH, 1976; ROSSO, 1976) (2,40).

Na medida em que as técnicas edificativas modificam-se para incorporar o uso de elementos e componentes produzidos dentro de padrões dimensionais comuns, portanto, verifica-se um claro ajuste a condicionamentos que agem diretamente sobre o próprio processo construtivo, com vistas ao aproveitamento máximo dos recursos socialmente gerados que ali se empregam.

2.2.2.2.2.2 - Materiais E Demandas Sobre Os Processos Construtivos

Otimização

A demanda que se forma sobre o processo construtivo a partir dos materiais que a ele concorrem (a retribuição que o meio sócio-econômico exige ao processo) faz-se no sentido de empurrar os arrajos técnicos possíveis em direção à máxima **otimização** no aproveitamento desses mesmos materiais (WILLKOMM, 1988) (34).

Esta noção - otimização no aproveitamento dos materiais de construção - comporta dois significados complementares quando enquadrada na moldura mais ampla das demandas sobre os processos construtivos daí decorrentes:

- 1) A opção pelo uso intensivo de materiais de custo comparativamente menor, mantido o atendimento aos requisitos funcionais, procurando-se restringir ao mínimo possível o emprego daqueles de custo elevado;
- 2) A busca de procedimentos que evitem o seu **desperdício** no processo construtivo, ou seja, situações em que parte dos materiais alocados no canteiro inutilizem-se tanto pela necessidade de cortes e ajustes que acarretem a destruição de partes dos elementos e componentes, quanto por condições desfavoráveis de manipulação e estocagem que produzem sua deterioração (SKOYLES, 1987) (35).

Custos Dos Materiais

Da mesma maneira que ocorre com o fator mão-de-obra, o estímulo à otimização é proporcional ao custo do material considerado e à sua participação relativa no produto acabado; à medida em que uma alternativa técnica baseie-se no uso intensivo de determinado material, a tendência natural é que o estímulo concentre-se em direção a modificações que permitam a otimização desse uso específico.

O custo de materiais em geral é inversamente proporcional à sua disponibilidade; disso decorre o fato de que

esse custo depende não apenas da capacidade produtiva do meio considerado (ou seja, das possibilidades de extração e/ou cultivo das matérias-primas e de seu beneficiamento), mas também da sua estrutura de transporte e comercialização, que definem o grau de facilidade com que podem distribuir-se os diferentes materiais entre os canteiros geograficamente dispersos.

Em situações nas quais as condições de acesso aos canteiros apresentam-se problemáticas, as técnicas possíveis são aquelas baseadas no uso intensivo de materiais e elementos obteníveis próximos aos canteiros, ou mesmo junto a eles; tais restrições tendem a tornar-se mais frouxas à medida em que torna-se mais eficaz a rede de vias de transporte e pontos de estocagem e comercialização dos elementos construtivos (MASCARÓ, 1978) (33).

Estrutura De Produção Dos Materiais E Mercado Consumidor

A produção espacial e quantitativamente concentrada dos elementos utilizados na Edificação só se torna possível quando existem boas condições de transporte, comercialização e estocagem; nesse caso, ganha sentido a padronização desses elementos, já que esse é um dos pré-requisitos imprescindíveis à sua produção industrial seriada e em larga escala. À medida em que mostra-se economicamente compensadora a produção em larga escala de determinado material, elemento ou componente construtivo, instala-se um processo auto-alimentador: os custos unitários do produto em questão tendem a baixar com o aumento do volume de produção (economias de escala), e seu consumo a aumentar; as técnicas passam a ser progressivamente impelidas a estruturar-se sobre a utilização desse produto, expulsando-se em ritmo idêntico aqueles similares cujas condições de produção não permitam uma redução de custos equivalente. Esse mecanismo, que constitui-se na essência do fenômeno de concentração industrial que leva em seu limite à formação de monopólios e oligopólios, exerce profunda influência na viabilização de diferentes alternativas técnicas. A permanente demanda que se exerce no sentido do aumento de produtividade do processo construtivo como um todo, tende a induzir ao predomínio do uso

dos produtos assim gerados, dado seu gasto unitário comparativamente menor (MASCARÓ, s/data) (34).

A concentração industrial de produção é sempre proporcional à **densidade de valor** do produto considerado; para a correta estimativa desta densidade de valor, dois parâmetros devem ser levados em conta de maneira conjunta:

- 1) As relações custo/peso e custo/volume do produto considerado;
- 2) A razão entre o seu custo e o número de metros quadrados de obra acabada por ele atendidos.

Por exemplo, dentro da realidade econômico-industrial brasileira, na comparação entre duas vigas, uma feita em aço e a outra em concreto armado, a primeira deve apresentar relações custo/peso e custo/volume superiores às da segunda (já que o aço é um material cujos custos de produção por unidade de peso e volume são substancialmente mais elevados que aqueles do concreto armado).

O real significado que essas diferentes relações custo/peso e custo/volume possam ter em termos de densidade de valor dessas duas vigas só pode ser avaliado, no entanto, se complementado pela definição das relações características de cada uma entre seu custo e os metros quadrados de piso ou cobertura por elas sustentados. Sob o ponto de vista da viabilidade de seu emprego nos processos construtivos e da concentração espacial e industrial de sua produção, tal complementação é fundamental.

Portanto, o parâmetro que deve balizar a estimativa da densidade de valor de qualquer material ou elemento é o seu **rendimento** enquanto insumo dos processos construtivos, ou seja, o significado de sua utilização para a produtividade dos processos construtivos como um todo.

A conclusão óbvia que decorre da constatação da íntima relação entre a densidade de valor dos materiais e elementos construtivos e o grau de concentração do setor industrial encarregado de sua produção é que o nível de dependência das **Técnicas de Edificação em relação ao uso de materiais e**

elementos de alta densidade de valor define-se face ao nível de concentração industrial existente no setor voltado à produção de materiais de construção e vice-versa.

Os dois fenômenos, por sua vez, mantêm estreita dependência em relação ao tamanho da demanda por edifícios a satisfazer; a produção concentrada e em larga escala de materiais, e o correspondente arranjo técnico do processo construtivo, só se justificam à medida em que verifica-se uma necessidade de unidades construídas suficientemente grande e concentrada no tempo.

2.2.2.2.3 - Equipamentos

O conjunto de instrumentos auxiliares utilizados pelos operários no processo de conversão dos diferentes materiais e elementos construtivos em produto acabado constitui-se no terceiro dos insumos fundamentais à caracterização da Técnicas de Edificação.

2.2.2.2.3.1 - Os Equipamentos Na Conformação Das Alternativas Técnicas

Os equipamentos variam desde simples ferramentas prolongadoras das mãos e braços de seus operadores até complexos artefatos mecânicos que tornam possível a execução de tarefas irrealizáveis mesmo por grandes equipes. Podem classificar-se os equipamentos segundo as diferentes operações por eles viabilizadas ou potencializadas. Suspensão, transporte horizontal, escavação, nivelamento, percussão, tração, aprumo, alinhamento, corte, ajuste, encaixe, fixação, furação, moldagem e calafetação representam a maioria das operações realizadas no processo da edificação.

Além do tipo de operação realizada, também interessa à definição das possibilidades de uso de um dado equipamento o conjunto de suas características físicas - peso e volume. Certos equipamentos de uso mais recente, como grandes formas metálicas, bate estacas e escavadeiras, devido ao seu peso elevado e grandes dimensões, tornam-se utilizáveis apenas em grandes canteiros que garantam os espaços mínimos necessários à sua movimentação. Não só da movimentação desses equipamentos

decorrem restrições ao seu uso: muitos deles exigem a implantação de serviços prévios nos canteiros para que sua instalação e operação tornem-se possíveis. Os grandes equipamentos de suspensão, por exemplo (gruas e pórticos), necessitam de trilhos assentados em bases convenientemente reforçadas para que os terrenos resistam às cargas resultantes de seu próprio peso somado ao dos materiais e elementos através deles deslocados.

Problemas similares oferecem os equipamentos que, devido ao seu porte e à necessidade de proteção contra as intempéries climáticas, exigem a instalação de oficinas dentro dos próprios canteiros.

Também o fornecimento de energia necessária ao funcionamento dos equipamentos representa muitas vezes um condicionante a mais ao seu emprego. Mesmo ferramentas simples e de uso bastante difundido - furadeiras, politrizes, vibradores de concreto - exigem a presença de tomadas de eletricidade espalhadas pelos locais de trabalho; essa exigência pode muitas vezes dificultar ou mesmo inviabilizar certos procedimentos em regiões não atendidas por redes públicas de energia elétrica. Tal obstáculo, que pode ser contornado pela instalação de geradores de eletricidade a óleo diesel ou gasolina, inexistente para muitos equipamentos de grande porte acionados por motores movidos pelo mesmo tipo de combustível.

2.2.2.2.3.2 - Equipamentos E Demandas Sobre Os Processos Construtivos

As demandas de produtividade sobre os processos construtivos definem-se face ao tamanho do mercado a atender e ao tempo para tanto reservado; isso implica a definição de um ritmo de produção do processo como um todo. O grau de intensidade e sofisticação da participação dos equipamentos nos arranjos técnicos construtivos é função direta da força com que se faz sentir a demanda por aceleração do ritmo produtivo. (BRUNA, 1972) (10).

Por outro lado, a introdução de equipamentos nos processos construtivos faz-se em substituição à mão-de-obra; à aceleração do ritmo de produção, portanto, corresponde uma redução na participação relativa da mão-de-obra, ou seja, um aumento de produtividade com respeito a este insumo.

A introdução de equipamentos enquanto forma de aceleração dos processos construtivos tem o caráter dos fenômenos auto-alimentadores. Por serem eles (equipamentos) a expressão física do capital ali investido, ficam submetidos à exigência de um funcionamento o mais intenso possível, de maneira a permitir um rápido retorno do capital que representam. Dessa forma, a redução do tempo de produção torna-se, além de uma demanda decorrente da necessária adequação às características do mercado consumidor, um objetivo fundamental a atingir na busca da máxima remuneração do capital investido. Em outras palavras, além de significarem a resposta a demandas que os precedem, os equipamentos são também fatores de intensificação e realimentação das mesmas demandas.

2.2.2.2.4 - Interação E Mútua Determinação Dos Insumos

Ainda que se tenham até agora examinado os diferentes insumos (mão-de-obra, materiais e equipamentos) isoladamente, na medida em que as técnicas edificativas configuram-se a partir das várias combinações em que eles possam entrar, cada um (dos insumos) só pode realizar-se e caracterizar-se frente aos outros dois. Um material específico só é utilizável quando e onde exista um operário apto a fazê-lo, e desde que esteja disponível o equipamento ou a ferramenta que permita essa utilização; a interação é direta e a mútua determinação é total. (Fig. 08)

A execução do sistema portante de um edifício com elementos metálicos, por exemplo, só é viável na medida em que existam os perfis adequados, guias e aparelhos de solda estejam disponíveis no canteiro e que haja operários habilitados ao manuseio daqueles materiais e equipamentos.

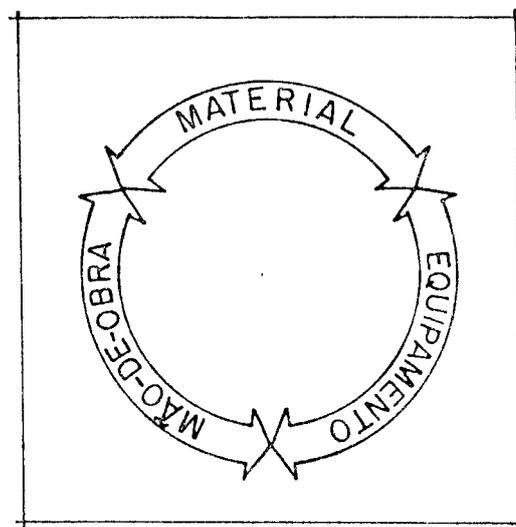


Figura 08 - Cada insumo define-se face aos demais

Qualquer modificação que ocorra em um dos insumos tende automaticamente a produzir modificações nos demais, de forma a que, ao final de um ciclo de **acomodações**, configura-se uma alternativa técnica diferenciada.

Em contextos sócio-econômicos dinâmicos, esse mecanismo é contínuo, constituindo-se em permanente processo de superação dos desequilíbrios internos das técnicas. A busca contínua da resolução dos **gargalos** surgidos na interação de diferentes insumos, identificada como a formação de **seqüências compulsivas** (ROSENBERG, 1979) ⁽⁴⁷⁾, mais do que explicar um dos aspectos importantes da evolução técnica ocorrida a partir da Revolução Industrial, revela claramente a importância da determinação que uns (insumos) exercem sobre os outros no desdobramento dos procedimentos técnicos em suas várias alternativas.

A mútua determinação entre os diferentes insumos intervenientes nos processos construtivos constitui-se na própria base sobre a qual formula-se o conceito de **elasticidade de substituição** (STRASSMANN, 1978) ⁽⁴⁸⁾, o qual vem expressar a possibilidade existente de, pela alteração das características de um dos insumos, alteraram-se automaticamente não só as características dos demais, mas a própria relação entre seu consumo e o valor ou volume de obra produzido (ou seja, a **produtividade** dos processos face a eles).

2.2.2.3 - O CAPITAL ENQUANTO FATOR DE CONFORMAÇÃO DA ESTRUTURA INDUSTRIAL E DO MERCADO CONSUMIDOR

Tanto a disponibilidade de equipamentos auxiliares aos processos construtivos quanto as características e o volume de produção de materiais de construção dependem da capacidade industrial do meio considerado e das facilidades comerciais por ele oferecidas.

Há um obrigatório **balanço** entre a produtividade da Edificação propriamente dita, a capacidade produtiva da indústria de materiais de construção, e a da indústria de equipamentos. Cada uma dessas instâncias do processo produtivo global dos edifícios define-se e estrutura-se face às outras, e também aqui configura-se um sistema dinâmico, iterativo, de permanente busca de um ponto de equilíbrio ideal entre as demandas que umas geram sobre as outras e suas respectivas respostas.

A articulação das diferentes instâncias dá-se necessariamente em torno dos produtos gerados; isso significa que a quantidade de materiais, componentes e equipamentos, bem como suas características principais, definem-se apenas a partir do estabelecimento de suas participações relativas nos edifícios e em sua produção. Assim, quaisquer projeções de demanda que se façam sobre cada uma das indústrias que amparam a Edificação assentam-se sobre o prévio reconhecimento dos tipos básicos de edifícios a produzir e de suas características de desempenho, além da forma como compõem-se materiais e equipamentos em sua construção.

Enquanto a definição do perfil dos edifícios a construir funciona como elemento articulador das demandas que agem sobre as várias instâncias do processo, o **veículo catalisador** do sistema é o capital: a proporcionalidade com que distribuem-se os investimentos entre elas (instâncias), ao mesmo tempo que viabiliza o balanço entre as produtividades de cada um dos sub-setores (indústrias de materiais, equipamentos e Edificação), é por ele definida.

Assim como o poder de atração que a atividade construtiva exerce sobre a mão-de-obra dá-se pela sua

capacidade de remunerá-la, na disputa que se estabelece com os demais setores produtivos por uma parcela do total de capitais disponíveis, o argumento de cada um é a **rentabilidade** (remuneração) possível para o capital ali investido. Por ser essa rentabilidade definida pela razão entre o volume de capital que retorna e o tempo necessário a esse retorno, conclui-se naturalmente que as demandas de aceleração do processo construtivo como um todo remetem diretamente aos níveis de remuneração das atividades econômicas do meio considerado.

A participação do capital enquanto elemento catalisador do processo construtivo e de conformação de suas técnicas completa-se em seu papel de agente importante na definição do mercado consumidor de edifícios. Por serem eles produtos de custo elevado, sua aquisição depende de prazos de financiamento mais longos que os necessários à aquisição de outros bens duráveis; assim, o exato dimensionamento da demanda por edifícios e do tempo disponível à sua satisfação depende do capital que a sociedade reserva a essa instância do processo, onde se definem as condições de **comercialização** (circulação) dos edifícios. (OSEKI, 1983; PICARELLI, 1986) (42,44).

A forma com que distribui-se o capital entre as várias instâncias do processo produtivo dos edifícios, bem como a relação de dependência entre o volume dos recursos aí empregados e o daqueles canalizados às demais atividades econômicas estão esquematizadas na Figura 09.

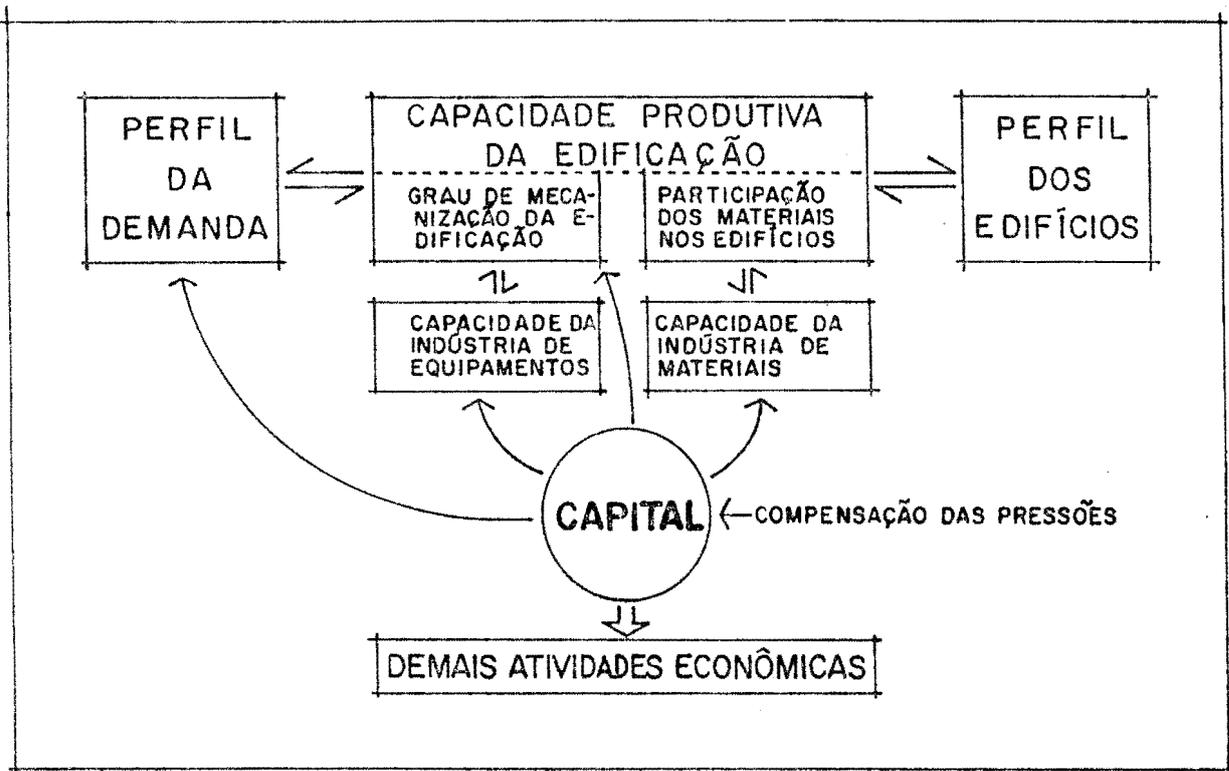


FIGURA 09 - O capital enquanto veículo catalisador do equilíbrio entre as instâncias da estrutura de produção de edifícios

2.2.2.4 - VIABILIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO

A constatação de que as influências que se exercem sobre os arranjos técnicos da Edificação a partir de seus insumos e das demandas sobre os processos construtivos a eles associadas geram-se desde a base sócio-econômica em que estão inseridos leva à identificação de um novo vetor de determinações sobre as alternativas técnicas, tão poderoso quanto o primeiro já identificado como de **Viabilização Funcional**, ao qual vem contrapor-se e complementar.

Por ser ele (o segundo vetor) expressivo da estreita vinculação que mantém as técnicas edificativas com as condições da estrutura sócio-econômica do meio em que se colocam, passa a ser aqui designado como **Vetor de Viabilização Estrutural**; assim como ocorre com o primeiro deles, suas manifestações ganham significados diferentes de acordo com a instância do sistema Edificação que se faça presente. (Fig. 10)

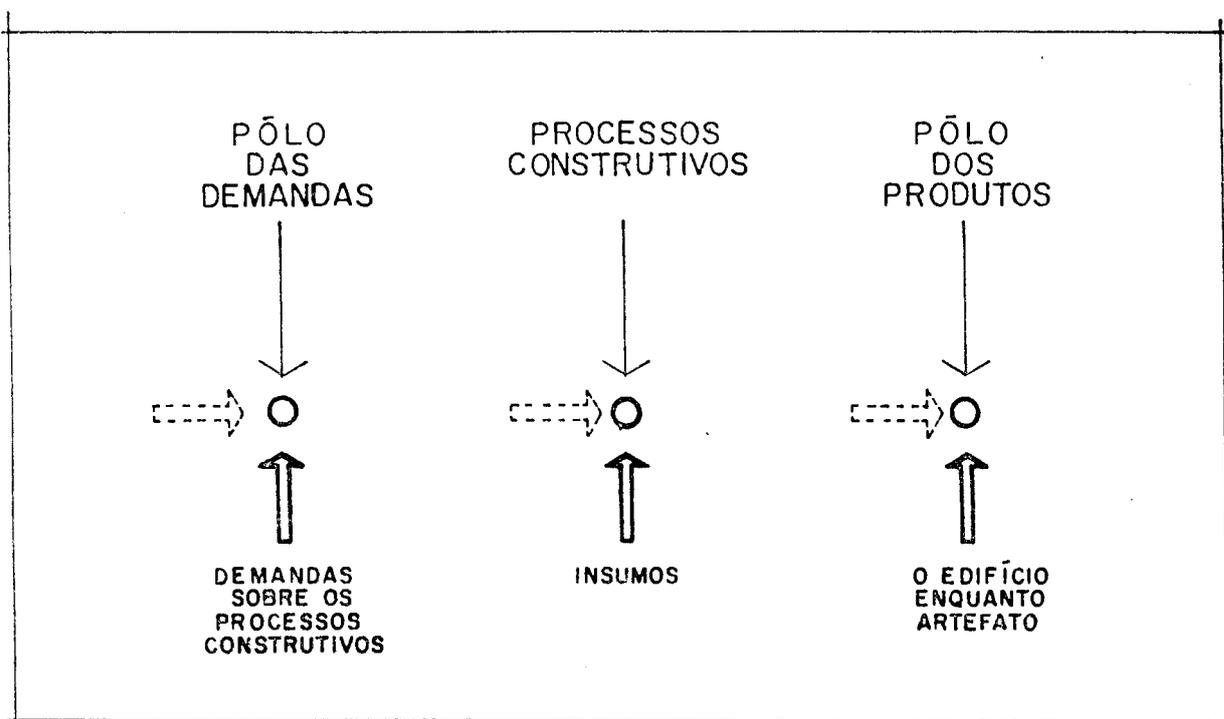


FIGURA 10 - O Vetor de Viabilização Estrutural nas três instâncias do Sistema Edificação

2.2.3 - DEMANDAS DE ADEQUAÇÃO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

A terceira ordem de determinações que se exercem sobre os possíveis arranjos das técnicas edificativas decorre do fato de serem os edifícios instrumentos de ocupação do solo urbano, ou seja, meios de concretização do processo de urbanização. Ainda que o fenômeno da Edificação não se restrinja às áreas urbanas, opta-se aqui por examiná-lo dentro desse contexto, porque a maior parte das mais significativas mudanças ocorridas nas alternativas técnicas para a produção de edifícios deu-se em resposta à necessidade de adequação às exigências decorrentes do intenso processo de urbanização iniciado na Europa a partir da Revolução Industrial. Assim, dessa opção obtém-se um sistema de referência eficaz na elucidação de aspectos importantes da evolução das técnicas edificativas e de sua diversificação.

Três características do processo de urbanização são fundamentais enquanto fatores de determinação sobre as técnicas

edificativas: a **densificação**, a **diversificação funcional**, e a forma como esse processo desenrola-se ao longo do tempo.

2.2.3.1 - DENSIDADE

Esse aspecto particular do fenômeno urbano resulta do fato que a **aglomeração** de pessoas em um espaço geograficamente reduzido é pré-condição fundamental à formação de mercados, à diversificação e especialização de atividades, à aceleração do intercâmbio de bens e informações; estes, por sua vez, são traços marcantes da urbanização que tem acompanhado a era industrial e pós industrial.

Além de pré-requisito à sustentação do crescimento comercial e produtivo característico da industrialização, a densificação é o caminho que tem permitido a partilha (**apropriação coletiva**) de facilidades que são viabilizadoras e ao mesmo tempo poderosos atrativos que o modo de vida urbano oferece. Redes de transporte, comunicações, saneamento e distribuição de energia, bem como uma grande variedade de equipamentos - escolas, hospitais, cinemas, teatros, museus, edifícios religiosos e administrativos - representam em seu conjunto os bens comuns de uma população que permitem-lhe o acesso àquelas facilidades.

A distribuição e densidade do conjunto dessas redes e equipamentos dificilmente atendem de forma satisfatória e uniforme à totalidade dos habitantes de cada cidade. Em períodos de acelerada concentração populacional em áreas urbanas, a lacuna entre a demanda total e o conjunto de benfeitorias disponíveis amplia-se normalmente de forma significativa. Mercê a esse desequilíbrio entre oferta e demanda, tendem a configurar-se situações de **acessibilidade diferenciada** às facilidades urbanas segundo as diferentes zonas das cidades; enquanto algumas (geralmente as mais antigas) são bem atendidas, outras permanecem deficitárias.

A distribuição desigual dos serviços sobre as **superfícies** urbanas induz à valorização diferenciada entre os lotes, já que são eles os instrumentos de acesso a tais serviços; aqueles (lotes) situados em áreas urbanas

privilegiadas têm seus preços sujeitos à valorização constante, enquanto os demais ficam condenados a uma estagnação inversamente proporcional à sua eficácia enquanto instrumentos de acesso às facilidades urbanas.

O mecanismo de valorização diferenciada dos lotes urbanos induz sobre a atividade construtiva uma demanda igualmente diferenciada; aos edifícios situados nas áreas mais valorizadas exige-se que funcionem como **multiplicadores** das boas condições de acessibilidade que os lotes sobre os quais assentam garantem, ou seja, que possibilitem a **densificação** na ocupação daquelas áreas. Nas áreas restantes, a demanda por densificação tende a ser progressivamente mais frouxa, na medida em que os benefícios a partilhar tornam-se mais rarefeitos (GOODAL, 1972; BALCHIN, 1985) (20.1).

As alternativas técnicas da Edificação tendem a arranjar-se de forma a acomodar-se tanto às demandas por baixas quanto por altas densidades de ocupação do solo urbano; o que importa enfatizar é que na diferenciação da demanda segundo esse parâmetro reside um poderoso fator de evolução e diversificação das técnicas edificativas. A convivência de zonas de altíssimas densidades com outras de baixos índices de ocupação dentro das mesmas cidades é evidência concreta dessa diversificação dos procedimentos técnicos a partir de características fundamentais do fenômeno urbano.

2.2.3.2 - COMPLEXIDADE FUNCIONAL

A multiplicação de funções, típica de centros urbanos, reflete-se na progressiva diferenciação dos procedimentos segundo o tipo funcional dos edifícios a produzir.

Na medida em que o desenvolvimento urbano caracteriza-se pelo afastamento entre as atividades, cria-se um estímulo proporcional à **estruturação** das alternativas construtivas em torno da **solução** de programas funcionais independentes, **correspondentes** a cada uma daquelas atividades mantidas em **áreas específicas**.

Os edifícios produzidos em contextos urbanos de acentuada compartimentação funcional tendem a apresentar grande

rigidez a modificações em suas funções originais; sua adaptação a outros programas funcionais resulta normalmente difícil e onerosa.

A reduzida **flexibilidade** de usos dos edifícios acima aludida é indicador seguro de que as alternativas técnicas desenvolvidas em torno da solução de cada um dos programas funcionais específicos são pouco aplicáveis aos demais programas; verifica-se assim uma clara correspondência entre os graus de flexibilidade dos **zoneamentos urbanos** (1), dos usos dos edifícios (2) e, em uma instância intermediária, da **permeabilidade** entre as soluções construtivas utilizadas na realização dos diferentes programas funcionais. A possibilidade de que por trás desta correspondência encontrem-se algum nexo de mútua determinação entre as três instâncias surge como hipótese a ser verificada.

2.2.3.3 - PERMANÊNCIA

Da forma como se dá a expansão e a consolidação dos espaços urbanos e seus equipamentos ao longo do tempo decorre uma terceira ordem de determinações sobre as técnicas de Edificação. Na medida que o processo de urbanização se desenrola pela rápida sucessão de curtos ciclos de reposição dos edifícios construídos, as exigências de **permanência** atenuam-se, e os materiais e procedimentos tendem a adequar-se a isso. Nos casos em que a urbanização se dá como um lento processo de sedimentação baseado na reciclagem e reutilização do estoque imobiliário pré-existente, os ciclos de reposição tornam-se automaticamente mais longos e a permanência dos edifícios converte-se em uma imposição que tende a exercer influência mais profunda sobre as alternativas técnicas adotadas.

A permanência dos edifícios ao longo do tempo resulta de sua maior ou menor eficácia em responder a demandas de três ordens distintas: durabilidade física (1), adaptabilidade e novos usos (2) e capacidade de atender a (virtuais) exigências de densificação de ocupação (3).

Estas três demandas são de caráter claramente funcional, já que dizem respeito a atributos dos edifícios enquanto objetos utilitários. Sua origem, no entanto, remete diretamente às condições de inserção dos edifícios em seu meio - no caso desta Dissertação o meio urbano - e, por isto, estão elas sendo abordadas nesta seção.

2.2.3.3.1 - Durabilidade

A durabilidade física remete não só à qualidade dos materiais e componentes empregados, no sentido que se mostrem mais ou menos capazes de resistir à degradação e ao desgaste ocasionados pelo uso e pela exposição aos agentes agressivos do meio ambiente de forma continuada, mas também à **conservação e manutenção** dos edifícios. Uma vez que em um mesmo edifício há o emprego simultâneo de materiais e elementos de durabilidade diferenciadas, a sua permanência (dos edifícios) fica necessariamente condicionada à possibilidade de conservação e substituição daqueles de degradação mais acelerada sem prejuízo para a sua totalidade. Essa possibilidade é dada no momento da construção, pelas características das técnicas edificativas adotadas, e pela forma com que elas determinam a associação das múltiplas partes constituintes (JOHN, 1987) (24).

2.2.3.3.2 - Flexibilidade Funcional

Esse é um pré-requisito importante na definição da capacidade de permanência dos edifícios devido à mutabilidade funcional que caracteriza as cidades em processo de evolução (caso da maioria das cidades brasileiras). Essa mutabilidade diz respeito não só a novas atividades que surgem permanentemente devido ao desenvolvimento produtivo, mas também à **mobilidade** das atividades pré-existentes entre as diferentes zonas urbanas. Há uma contínua realocação dessas atividades, fazendo com que bairros inteiros tenham seu perfil funcional radicalmente alterado em períodos normalmente inferiores àqueles definidos pela durabilidade física dos edifícios (GOODAL, 1972) (25). Em contextos tão dinâmicos, edifícios que mostrem-se incapazes de adaptar-se às novas demandas funcionais

têm geralmente sua existência abreviada com vistas a viabilizar a continuidade dos processos de evolução urbana.

2.2.3.3.3 - Flexibilidade À Densificação

A possibilidade de densificação de áreas urbanas já consolidadas mediante a intensificação no aproveitamento dos edifícios pré-existentes, implica a formação de capacidade ociosa - deliberada ou não - no momento de sua construção. Essa reserva pode estar concretizada na própria estrutura construída - superdimensionamento frente às demandas existentes no momento da construção - ou pode configurar-se ao longo do tempo, na medida em que, pela evolução cultural e/ou material do meio considerado, o atendimento às funções possa se dar com uma parcela menor dos recursos originalmente necessários. Na segundo hipótese, surgem folgas de utilização que tornam possível a intensificação (otimização) no uso das estruturas pré-existentes.

2.2.3.4 - PARCELAMENTO DO SOLO

Levando em conta que muitas vezes as dimensões dos lotes a edificar determinam as dimensões dos próprios canteiros de obra (esta relação não é obrigatória, ainda que seja bastante comum nos empreendimentos realizados em áreas urbanas já consolidadas), depreende-se que ocorre aí um importante fator de condicionamento à conformação das técnicas edificativas.

O porte dos equipamentos utilizáveis, as áreas disponíveis à estocagem e movimentação de materiais e elementos construtivos, a possibilidade de instalação de oficinas e equipamentos fixos, cada um destes traços de caracterização das técnicas construtivas depende diretamente da natureza dos lotes que se oferecem à Edificação.

A própria **escala** possível para as intervenções e, em consequência, para as soluções construtivas adotadas é por aí fortemente determinada (MASCARÓ, 1982) (25).

2.2.3.5 - VIABILIZAÇÃO URBANA DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO

Fica assim caracterizada a terceira (e última) das grandes ordens de condicionantes sobre o processo de viabilização das técnicas edificativas que se buscou aqui descrever, qual seja, aquela que decorre da necessidade de adequação destas técnicas às características dominantes do processo de urbanização que ocorra em seu meio de inserção.

Os instrumentos através dos quais concretiza-se esta relação são os lotes sobre os quais assentam os edifícios; assim, ainda que não sejam partes integrantes dos arranjos técnicos construtivos, os lotes aparecem como veículos de poderosos condicionantes a esses arranjos, por serem suportes imprescindíveis aos processos construtivos.

Da mesma forma que ocorre com as outras duas ordens de condicionamento já apontadas, o vetor que expressa a viabilização urbana das técnicas construtivas em cada uma das instâncias integrantes da Edificação enquanto sistema ganha identidade específica que corresponde àquela (identidade) da própria instância considerada. (Fig.11)

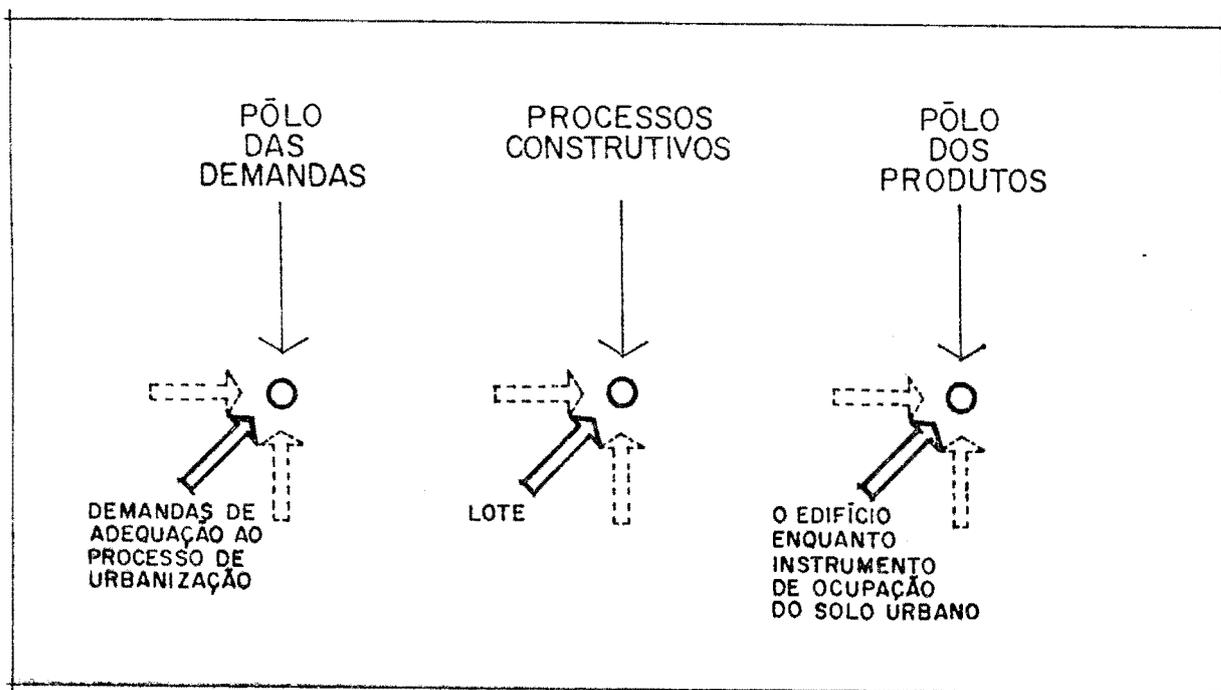


FIGURA 11 - O Vetor de Viabilização Urbana nas três instâncias do Sistema Edificação

2.3 - CONCLUSÃO

A partir da classificação e descrição das demandas incidentes sobre os arranjos técnicos da Edificação segundo os três grandes grupos identificados - quais sejam, o daqueles que se referem diretamente aos edifícios e às suas funções (1), o das que agem sobre os processos construtivos com vistas à otimização no aproveitamento de seus insumos (2) e aquele que compreende as demandas que realizam a vinculação entre o processo de urbanização e os edifícios que nele se inserem e do qual são instrumentos (3) - fica proposto um sistema de referência capaz de permitir a visão ordenada de grande parte dos fatores que informam e amparam o processo de viabilização e mudança das Técnicas de Edificação.

2.3.1 - COMPOSIÇÃO DAS TRÊS ORDENS DE DEMANDAS NO PROCESSO DE VIABILIZAÇÃO E MUDANÇA DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO

A representação feita desses grupos por meio de **vetores** que adquirem caráter diferenciado em cada uma das instâncias da Edificação foi escolhida para enfatizar a noção de que o referido processo tem sua **configuração** e a **direção** das tendências de **mudança** permanentemente definidos a partir da **interação** da totalidade dos fatores aí considerados. Ou seja, que tal **configuração** e tais **tendências** são sempre e necessariamente **resultantes** da composição dos vetores representativos dos grandes grupos identificados.

Não fica aí excluída a hipótese de que em momentos históricos específicos **algum dos vetores** possa mostrar-se mais poderoso comparativamente aos outros dois na definição do vetor resultante; a noção fundamental, no entanto, é a de que esta virtual preponderância de uma das ordens de condicionantes não pode, **por definição**, explicar sozinha a **configuração** e a **direção** finais assumidas pelo processo em suas manifestações reais e concretas. A abordagem e a percepção fiéis destas manifestações devem necessariamente considerar a **interação** das três ordens de fatores (Fig. 12)

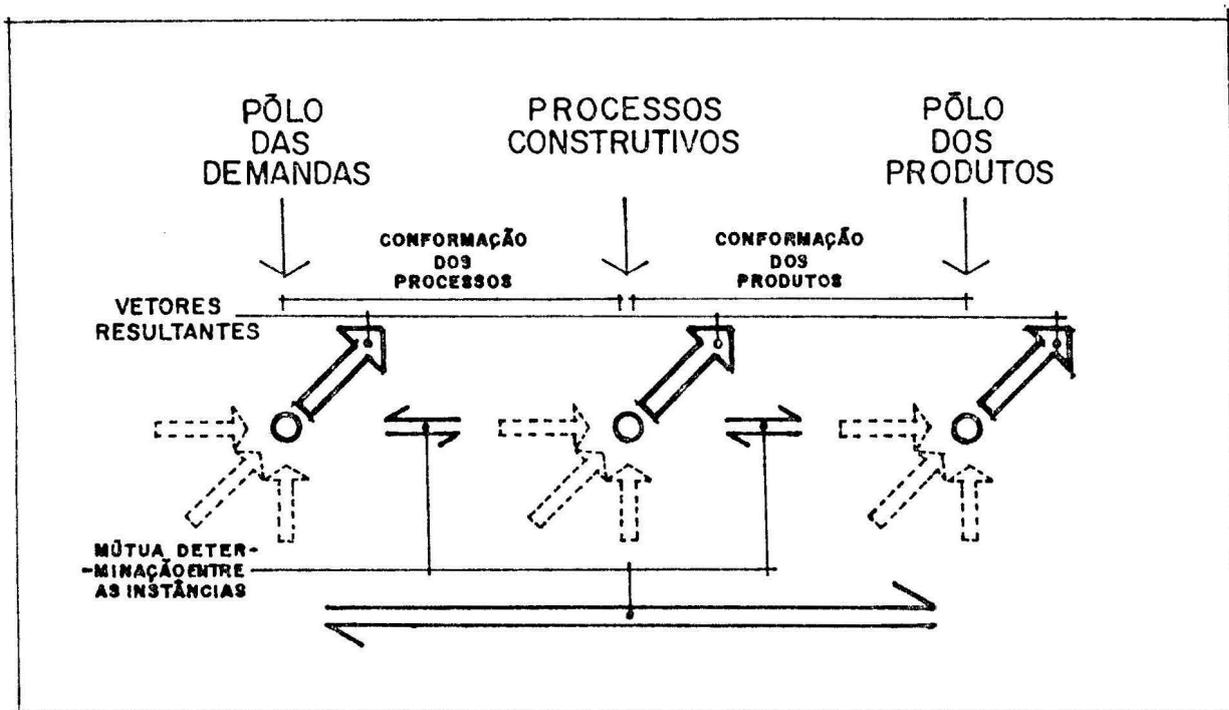


FIGURA 12 - O processo de viabilização e mudança das técnicas edificativas como a resultante da composição entre os vetores representativos das três ordens de demandas em cada uma das instâncias do Sistema Edificação

2.3.2 - TRADUÇÃO DAS TRÊS ORDENS DE FATORES NA INSTANCIA DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

A tradução das três ordens de fatores em sua incidência sobre os processos construtivos e, em seu núcleo, sobre as Técnicas de Edificação - foco de atenção deste Trabalho - possibilita o entendimento de novos e importantes aspectos aí compreendidos.

A interação dos sub-sistemas funcionais (expressão do vetor de viabilização funcional) e dos insumos intervenientes nos processos construtivos (através dos quais se manifesta o vetor de viabilização estrutural), na medida em que define a composição de duas ordens de influxos capazes de entrar em múltiplas combinações, pode ser traduzida por uma matriz bi-dimensional, em que linhas e colunas são formadas respectivamente pelos sub-sistemas funcionais e pelos insumos intervenientes.

A idéia aí expressa é a de que a realização de cada sub-sistema exige a interveniência de todos os insumos; estes, por sua vez, ao incorporarem-se aos processos construtivos, fazem-no de maneira a adequar-se às exigências específicas de cada sub-sistema. (Fig. 13)

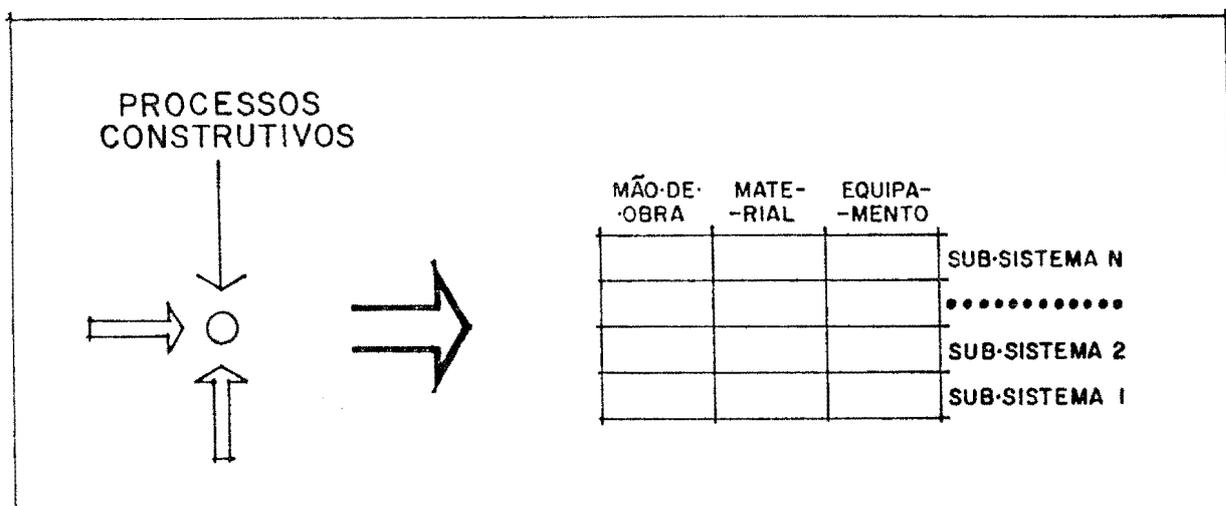


FIGURA 13 - A interação dos Vetores de Viabilização Funcional e Estrutural na instância dos processos construtivos traduz-se em uma matriz bi-dimensional

A construção de edifícios, no entanto, não se esgota na realização individual de cada sub-sistema tomado isoladamente; é na viabilização da **síntese** das diferentes respostas, umas adequadas às outras, que estruturam-se as técnicas edificativas enquanto elementos ordenadores dos processos construtivos.

Essa síntese, que significa na verdade o atendimento à necessidade de **compatibilização** (BONIN, 1987) (7) funcional e material entre vários sub-sistemas, é o fator que determina o caráter **associativo** ou de **montagem** dos processos construtivos; a cada sub-sistema funcional, entendido como parte constituinte dos edifícios, deve ser dada a possibilidade de integrar-se aos demais em unidades coerentes. Nos processos construtivos, essa possibilidade implica que os procedimentos devem **encadear-se** (no tempo e no espaço) de forma a evitarem-se situações de colisão e mútua exclusão, e situações em que a execução de alguma das partes acarrete a destruição ou prejuízo de outras já concluídas.

Por serem os edifícios objetos de grande peso e volume, o processo de sua síntese realiza-se necessariamente nos próprios locais de sua implantação definitiva, ou seja, sobre os lotes onde assentam-se. Isto significa que a sua concretização espacial é profundamente condicionada pelas características da base fundiária que a ela se oferece. A partir desta constatação, adota-se aqui o vetor representativo da viabilização urbana (que significa uma manifestação particular da viabilização espacial das técnicas de Edificação) como aquele capaz de representar o aspecto de síntese ou de associação fundamental à caracterização dos processos construtivos.

Reproduz-se sobre este vetor a listagem dos sub-sistemas funcionais; busca-se assim deixar explícita a idéia de que a síntese construtiva repousa no atendimento à necessidade de compatibilização de cada uma das partes constituintes dos edifícios e de suas formas de execução com aquelas relativas a todas as demais.

Por outro lado, ao acrescentar-se à matriz da Figura 13 a terceira dimensão representativa do aspecto de síntese dos processos construtivos, enfatiza-se a noção de que também aí, na realização deste aspecto, faz-se necessário o aporte de cada um dos insumos intervenientes (materiais, mão-de-obra e equipamentos). (Fig. 14)

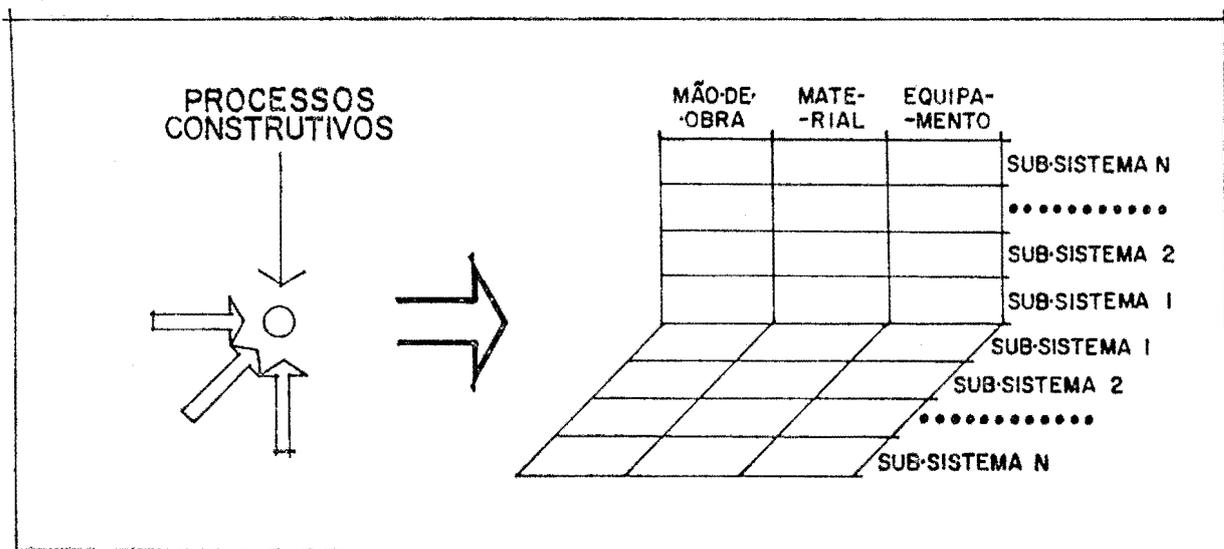


FIGURA 14 - A incidência das três ordens de fatores na instância dos processos construtivos traduz-se em uma matriz tri-dimensional representativa dos arranjos técnicos que ordenam estes processos

CAPÍTULO 3

3.1 - INTRODUÇÃO

Procede-se neste capítulo à análise de três momentos específicos da evolução das técnicas edificativas a partir da primeira Revolução Industrial iniciada na Inglaterra por volta de meados do Século XVIII.

Essa análise é feita dentro dos limites definidos pelo modelo de sistematização dos fatores de sustentação e mudança das técnicas de Edificação exposto no capítulo anterior. Seu objetivo, portanto, não é revelar novos fatos sobre os períodos selecionados, mas contribuir à sua percepção clara e abrangente através da organização e sistematização de dados de naturezas diversas já conhecidos e disponíveis na literatura dedicada ao tema.

Os três momentos históricos a ser aqui examinados são:

- 1) Primeira metade do Século XIX na Inglaterra, quando difundiram-se ali uma série de novos materiais e procedimentos nas técnicas edificativas, mudanças tornadas possíveis pela Revolução Industrial;
- 2) Segunda metade do Século XIX no Brasil, especificamente em São Paulo, quando as novas técnicas para a Edificação, surgidas na Europa, foram aqui introduzidas, inaugurando-se um movimento de mudança que acabou por alterar radicalmente um quadro que se mantinha basicamente idêntico havia mais de três séculos;
- 3) Final do Século XIX e início deste na cidade estadunidense de Chicago, quando a verticalização dos edifícios ocorreu pela primeira vez dentro de

características e em um número de casos suficientemente significativo para configurar uma nova alternativa técnica para a Edificação em larga escala.

A seleção desses três momentos específicos deveu-se a dois motivos:

- a) A importância e a intensidade das modificações ocorridas nas técnicas edificativas nesses momentos. Surgiram e consolidaram-se aí práticas e tendências que marcaram profundamente os processos construtivos correntes ainda neste final de século;
- b) A abundância de material bibliográfico a eles dedicado e de fácil acesso.

Seguramente, o segundo dos motivos acima apontados é em grande parte decorrência do primeiro; na medida em que nesses três períodos lançaram-se as bases de práticas que acabaram por dominar todo o Século XX, é compreensível que uma parcela importante do esforço de pesquisa e historiografia tenha-se dirigido à sua análise e documentação.

3.2 - MUDANÇAS OCORRIDAS NAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XIX NA INGLATERRA

3.2.1 - ANTECEDENTES E PANORAMA DAS MUDANÇAS OCORRIDAS

As condições mais amplas que permitiram às técnicas edificativas desdobrarem-se em um número significativo de novas alternativas a partir já de meados do Século XVIII foram aquelas que deram sustentação à própria Revolução Industrial, cuja origem convencionou-se localizar na mesma época.

As grandes mudanças nas técnicas de Edificação que normalmente estão apontadas nesse período são a difusão em larga escala de materiais cujo uso havia sido até então muito restrito: as telhas e tijolos cerâmicos (estes já haviam sido utilizados em larga escala na reconstrução de Londres após o grande incêndio de 1666), o ferro fundido e a seguir o aço, o vidro e o cimento. Tais materiais vinham a substituir outros de

uso secular - a madeira, o barro e a palha. Mudanças de grande importância ocorreram nas demandas funcionais incidentes sobre os edifícios, e daí decorreram outras tantas modificações no repertório de soluções técnicas empregadas na sua execução.

Estas mudanças, bem como as condições do contexto em que elas vieram a se inserir e ganhar significado é o que se passa agora a examinar.

3.2.2 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS FUNCIONAIS

O acentuado desenvolvimento das forças produtivas que caracterizou a Revolução Industrial desde seu início traduziu-se em importantes modificações no elenco e complexidade das funções atendidas pelos edifícios.

3.2.2.1 - MUDANÇAS NAS FORMAS DE RESOLUÇÃO DOS SUB-SISTEMAS PORTANTE E DE COBERTURA

Na medida em que a produção e circulação de bens e matérias primas modificaram-se, aumentando em escala e velocidade, fizeram-se sentir novas exigências sobre a estrutura física necessária à realização dessas funções, ou seja, as vias de circulação e os edifícios. No caso específico destes, que é o que se está aqui a examinar, as indústrias, grandes depósitos e armazéns, estações ferroviárias e pavilhões de exposição, exigiam respostas construtivas de escala e natureza até então inéditas.

Dado volume massivo com que fabricavam-se e comercializavam-se os novos produtos, tornava-se necessário um número cada vez maior de edifícios com áreas cobertas, vãos livres e alturas presentes até então em poucos edifícios de grande valor simbólico e representativo (igrejas, palácios). Assim, a radical alteração qualitativa e quantitativa das demandas funcionais presentes nos programas construtivos, decorrente do novo significado econômico-utilitário assumido pelos edifícios, desempenhou importante papel enquanto estímulo à renovação das técnicas edificativas (BENEVOLO, 1976) (3).

A introdução do ferro fundido na Edificação deu-se em resposta a demandas que se fizeram sentir de maneira expressiva na indústria têxtil da época (GIEDION, 1978) (18).

O ferro fundido representou a melhor alternativa então disponível para um material que pudesse ser utilizado na sustentação dos múltiplos pavimentos em que desenvolviam-se essas construções e que tornavam-se cada vez mais pesados devido à crescente adoção dos novos equipamentos têxteis de grande porte. Outra das razões que amparou a difusão do uso do ferro na Edificação industrial da época foi a sua suposta maior resistência ao fogo comparativamente à madeira (material mais comum até então empregado no sub-sistema portante deste tipo de edifício) (GIEDION, 1978) (19). Essa exigência foi especialmente dramática, dada a frequência com que irrompiam incêndios naqueles edifícios normalmente abarrotados de materiais altamente combustíveis (fios, lãs, tecidos).

O exemplo mais antigo que se tem desse uso do ferro fundido data de 1801. Tratava-se de uma tecelagem de algodão com sete pavimentos apoiados em esteios e vigas metálicas; estas eram perfis T que venciam vãos de aproximadamente 4.20m (GLOAG & BRIDGWATER, 1948) (20).

Se no caso dos edifícios industriais o uso do ferro no sub-sistema portante decorreu das elevadas cargas existentes nos vários pavimentos, nos grandes pavilhões a marca mais evidente deixada por esse material foram as grandes superfícies cobertas e os grandes vãos livres, cuja necessidade derivava da escala ampliada do volume de mercadorias e da quantidade de pessoas que passavam a utilizar tais edifícios.

Esta ampliação da escala de necessidades representou importante estímulo de ordem funcional ao desenvolvimento das técnicas de emprego do ferro e do aço na resolução dos sub-sistemas de cobertura, tanto em sua sustentação quanto no fechamento propriamente dito. Destacaram-se aí os avanços no cálculo e execução de tesouras e arcos metálicos e, a partir de 1850, o uso crescente de chapas onduladas galvanizadas (SILVA, 1986) (21).

3.2.2.2 - NOVAS DEMANDAS SOBRE AS CASCAS ENVOLVENTES DOS EDIFÍCIOS (SUB-SISTEMAS DE COBERTURA E PLANOS VERTICAIS ENVOLVENTES)

Uma das modificações importantes ocorrida na primeira metade do SÉCULO XIX e normalmente associada à difusão do ferro e do aço foi o uso crescente do vidro.

No que tange ao vetor das demandas funcionais, o vidro veio atender à necessidade de prover de iluminação os grandes pavilhões cobertos destinados a abrigar galerias públicas e estações ferroviárias; pela incorporação de grandes clarabóias de vidro às coberturas destes edifícios, tinha-se um meio inovador de cumprir com esta função.

Além deste uso, o constante aumento de escala que marcava as atividades de comércio estimulou a ampliação de vitrines das lojas, levando a uma automática modificação nas formas de resolução de sub-sistemas de planos envolventes pela adoção de grandes panos envidraçados (BENEVOLO, 1976) (3).

3.2.2.3 - INCORPORAÇÃO DOS SUB-SISTEMAS HIDRO-SANITÁRIOS AOS EDIFÍCIOS

Além dos avanços técnicos decorrentes de alterações importantes nas demandas relativas às funções portante e de proteção às intempéries, outras modificações fundamentais verificaram-se sob o influxo de novas demandas centradas no aspecto das condições de higiene dos edifícios. Com a acelerada concentração das populações nas cidades industriais, e na medida em que tornava-se dramaticamente explícita a íntima relação entre as condições de higiene imperantes e a suscetibilidade às epidemias responsáveis pela dizimação de milhares de vidas, ficou evidente a gravidade e a urgência da necessidade de instrumentos que viabilizassem a melhora dessas condições; nos edifícios, essa necessidade satisfiz-se pela gradativa instalação de redes de condução e distribuição de água, associados a equipamentos que permitiam seu consumo nas atividades de higiene diária - lavatórios, banheiros, chuveiros - e de redes de coleta e retirada de águas servidas e dejetos (cujo equipamento de uso mais característico era a bacia sanitária).

Incorporavam-se aos edifícios, assim, de forma paulatina mas irreversível, os sub-sistemas de instalações hidráulicas e sanitárias, que passavam a partir daquela época a constituir-se em frentes de desenvolvimento técnico da Edificação. Esse foi um processo necessariamente lento; a extensão dos recursos relativos aos sub-sistemas hidro-sanitários à maioria das habitações só veio a completar-se no início do Século XX, tendo grande parte delas permanecido em péssimas condições de higiene ao longo do Século XIX (MUMFORD, 1965) (37).

3.2.3 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS VOLTADAS AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

3.2.3.1 - DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA ECONÔMICO-PRODUTIVA E DISPONIBILIDADE DE NOVOS MATERIAIS À EDIFICAÇÃO

A substituição dos materiais de construção de uso secular - madeira, palha e barro - por outros que, apesar de conhecidos tinham seu emprego extremamente reduzido - o ferro, o vidro, os tijolos e telhas cerâmicas - pode ser interpretada como um dos aspectos da acomodação geral das técnicas produtivas às novas condições que se forjavam pela Revolução Industrial então em marcha.

A madeira era uma material cuja escassez fazia-se sentir na Inglaterra desde o início do Século XVIII, devido à drástica redução de suas florestas, causada pela busca de combustível e de matéria-prima para a fabricação de navios (DERRY & WILLIAMS; 1986) (11). Seus custos tendiam a crescer proporcionalmente a essa escassez, o que acabou estimulando a busca de materiais que pudessem substituí-la satisfatoriamente em termos de desempenho, a custos mais acessíveis.

A necessidade de acomodação a uma condição que marcava profundamente a estrutura produtiva inglesa da época (dada a importância da madeira até ali) teve desdobramentos distintos e complementares para a Edificação. A difusão do emprego do ferro fundido (sub-sistema portante) e dos tijolos cerâmicos (sub-sistemas portante, de planos envolventes e de partições

internas) foi favorecida enquanto forma de substituição de um material escasso e caro.

Na medida em que a escassez de carvão vegetal estimulou a sua total substituição pelo carvão mineral, reformulou-se radicalmente a base energética sobre a qual assentavam-se os processos produtivos na Inglaterra da época. Aqueles (processos) baseados na queima de combustíveis foram beneficiados pelo novo quadro de abundância energética, enquadrando-se naturalmente aí a produção do ferro fundido, dos materiais cerâmicos (tijolos e telhas) e do vidro (LANDES, 1979) (25).

Uma terceira modificação operada na estrutura econômica da Inglaterra que veio a exercer profunda influência favorável à tendência de adoção em larga escala do ferro e dos materiais cerâmicos foi a sensível melhoria no sistema de transportes do País, graças à abertura de uma rede de canais navegáveis que interligou as principais regiões produtoras.

Baratearam-se dessa forma, pela primeira vez em grau bastante acentuado, os custos de transporte de materiais volumosos e pesados, como o carvão (o que veio naturalmente a constituir-se em fator fundamental na viabilização do rearranjo da base energética da estrutura produtiva), o ferro e os tijolos cerâmicos (que viam a redução de seus custos duplamente favorecida por esse fator: barateava-se o transporte do carvão desde as minas até as olarias instaladas junto às minas de argila, e barateava-se também o seu transporte desde as olarias até os centros consumidores) (DERRY & WILLIAMS; 1986) (11).

O progressivo barateamento dos transportes, inicialmente possibilitado pela multiplicação e melhoria dos canais navegáveis, teve impulso significativo a partir da implantação da rede ferroviária inglesa. Aí, novamente, desempenhou papel fundamental o novo quadro de disponibilidade energética, que veio a viabilizar a difusão dos meios de transporte baseados no binômio carvão-vapor.

3.2.3.2 - INCREMENTO E CONCENTRAÇÃO DOS MERCADOS

Na medida em que acumulavam-se os fatores que permitiam a baixa dos custos de produção e de comercialização desses materiais, criavam-se as condições para que passasse a se exercer um crescente estímulo à sua adoção pelas técnicas edificativas, com vistas à redução dos custos dos processos construtivos, ou seja, à **otimização** no aproveitamento dos recursos aí investidos.

A intensa circulação e acumulação do capital, bem como o barateamento do transporte de materiais, favoreceram o crescimento e a concentração de demanda pelos novos produtos industriais e por edifícios. Criavam-se, assim, condições que tendiam a estimular a produção massiva dos materiais consumidos no processo de atendimento a essa demanda, o que, por sua vez, reforçava a ampliação do consumo à medida em que barateavam-se os custos de produção. Configurava-se aí um mecanismo auto-alimentador tal qual descreveu-se na seção II.2.2.2.b''3 do capítulo anterior..

Esse processo, que teve sua expressão mais significativa na indústria siderúrgica (por haver estado ela desde o início da Revolução Industrial sob o influxo de demandas oriundas de vários setores produtivos), ocorreu também na produção de tijolos e telhas cerâmicas e vidro. No caso da indústria do vidro, por exemplo, a duplicação do volume de edifícios construídos anualmente no período entre 1821 e 1825 exerceu um poderoso estímulo ao aprimoramento dos processos produtivos com vistas ao aumento de sua capacidade de atender à demanda rapidamente crescente (DERRY & WILLIAMS; 1986) (11). Também as olarias modernizaram-se, mecanizando seus processos de forma a colocar-se em pé de igualdade com os setores tecnicamente mais desenvolvidos da época. Adequava-se assim a estrutura produtiva inglesa à nova escala de demandas que se configurava, e nesse movimento geral de adequação estava também engajado o setor produtor de materiais de construção.

Nesse processo de crescimento das necessidades de consumo, as guerras desempenharam papel relevante, por haverem representados momentos de especial concentração das demandas

incidentes sobre a estrutura produtiva em geral, A Guerra da Criméia (1853-1856) teve particular importância para a Edificação, por ter ocorrido aí forte estímulo à aplicação das técnicas edificativas que possibilitassem a rápida montagem e desmontagem de edifícios destinados a funcionar como alojamentos de tropas e paióis para a guarda de mantimentos e material bélico. Esse estímulo beneficiou a experimentação e divulgação de uso de chapas onduladas e madeiras industrialmente serradas na construção de abrigos provisórios voltados àqueles fins (SILVA, 1986) (20).

3.2.3.3 - UM EXEMPLO DE RESPOSTA CONCRETA AS DEMANDAS SOBRE OS PROCESSOS CONSTRUTIVOS: O PALÁCIO DE CRISTAL

Um dos símbolos construídos mais expressivos das modificações ocorridas nas técnicas edificativas a partir da Revolução Industrial, o Palácio de Cristal (1851), foi também exemplo concreto da extensão em que essas modificações operavam-se como respostas a demandas que se exerciam sobre a produtividade dos processos construtivos.

A solução construtiva dada para o Palácio de Cristal derivou diretamente do reduzido prazo dado à sua execução. Em menos de seis meses concluiu-se um edifício de cerca de 90.000m² de área coberta, tendo seus realizadores, para isso, apelado a conceitos e procedimentos que tiravam o máximo partido possível da nova capacidade produtiva da indústria inglesa.

Sobre uma rígida **modulação** definida a partir do tamanho máximo de lâminas que a indústria de vidro podia então fornecer (1,20m de comprimento), lâminas que foram empregadas indistintamente na cobertura e nos planos verticais envolventes, estabeleceu-se um esqueleto portante feito de pilares e vigas em ferro fundido, padronizados, produzidos em **série**, de forma a reduzirem-se os trabalhos de canteiro à **simples montagem a seco** dos elementos construtivos.

Além destes elementos - componentes - metálicos, empregaram-se outros em madeira (arcos) produzidos de maneira igualmente padronizada e em moldes industriais.

Não só nos elementos utilizados o Palácios de Cristal revelou-se uma aplicação pioneira de princípios viabilizados a partir da nova estrutura produtiva e industrial; os procedimentos construtivos empregados na síntese do edifício trataram de abreviar ao mínimo possível os prazos de execução e facilitar ao máximo as operações. Apelou-se ali de modo intensivo a equipamentos de suspensão - talhas mecânicas acionadas por cavalos - além de dispositivos destinados a agilizar o deslocamento dos vidraceiros sobre o esqueleto portante (SULLIVAN, 1980) (20).

Assim, com base em uma estrutura industrial capacitada a fornecer os elementos construtivos nas quantidades e no tempo exigidos, e sob a inelutável necessidade de cumprir-se o enorme programa dentro dos exíguos prazos, concretizaram-se ali, há pouco menos de um século e meio, a maior parte dos conceitos que até hoje têm norteado alguns dos mais importantes movimentos realizados pelas técnicas de Edificação em busca de uma maior adequação às demandas pela otimização no aproveitamento dos recursos utilizados nos processos construtivos e pela redução dos prazos de construção.

3.2.4 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS DE ADEQUAÇÃO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

3.2.4.1 - CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO E MIGRAÇÃO CAMPO-CIDADE

Um dos fenômenos mais importantes na caracterização da Revolução Industrial foi o intenso processo de urbanização ocorrido na Inglaterra, cuja origem remonta ao início do Século XVIII. Esse processo amparou-se em duas causas distintas que vieram a se somar:

- 1) O acelerado crescimento demográfico ocorrido ao longo do Século XVIII, quando a população britânica passou de seis para nove milhões de habitantes (LANDES, 1979) (21);
- 2) O crescente deslocamento das populações rurais às cidades, em consequência dos ganhos de produtividade obtidos com a Revolução Agrícola que vinha se

operando nas atividades criatórias e de cultivo (HUBERMAN, 1979) (22).

Os novos contingentes populacionais que concentraram-se rapidamente nas cidades industriais em busca de oportunidades de trabalho fizeram com que se acentuasse de forma dramática o desequilíbrio entre demanda e oferta de equipamentos, infraestrutura e serviços urbanos, uma vez que a maioria de tais cidades havia se desenvolvido lentamente, desde a Idade Média, contando até aquele momento com populações pequenas e estáveis.

Por serem constituídas em sua esmagadora maioria por pessoas humildes em busca de trabalho, as massas que afluíram para as cidades acabaram por concentrar-se junto às indústrias nascentes ou próximas a elas; surgiam assim pela primeira vez na História os bairros operários que haveriam de constituir-se em um dos traços marcantes do fenômeno urbano da era industrial. Dada a miserabilidade dessas pessoas, foi nesses bairros que a **densificação** ocorreu da forma mais aguda e desordenada; as demandas dela decorrentes fizeram-se sentir ali, em um período historicamente curto, em escala e urgência inéditas (MUNFORD, 1965) (37). A necessidade de soluções **massivas**, fosse para as habitações fosse para os equipamentos urbanos em geral, acabou por exercer poderoso estímulo à mudança das técnicas construtivas.

3.2.4.2 - DENSIFICAÇÃO

É importante que se ressalte o fato de que ainda que a densificação viesse ocorrendo desde o final da Idade Média, com a intensificação da atividade comercial (principalmente em Londres), a Revolução Industrial conferiu-lhe uma velocidade e principalmente um caráter historicamente inéditos e que perduram até os dias atuais.

3.2.4.2.1 - Densificação E Os Novos Materiais Empregados Na Edificação

A medida em que densificava-se a ocupação das terras urbanas, verticalizando-se os edifícios e aproximando-se uns aos outros, potencializou-se a destrutibilidade dos incêndios; aquele ocorrido em Londres em 1666, pusera esse fato à mostra

de maneira extremamente convincente. Portanto, a substituição da madeira por materiais mais resistentes ao fogo (além de ferro fundido, os tijolos e telhas cerâmicas), procurava responder a uma necessidade em muito agravada pela densificação.

3.2.4.2.2 - Densificação E Incorporação Dos Sub-Sistemas De Instalações Hidro-Sanitárias

A necessidade por medidas que garantissem melhores condições de higiene foi igualmente agudizada pela densificação urbana. Até o intenso crescimento das cidades motivado pela Revolução Industrial, as soluções dadas ao abastecimento de água, coleta e remoção de lixo, águas servidas e dejetos haviam se mostrado satisfatórias, ainda que toscas. Dadas as pequenas populações atendidas, essas tarefas eram relativamente simples, sendo supridas por poços ou fontes públicas (abastecimento de água) e por equipes especializadas na limpeza de fossas, coleta do lixo e posterior lançamento em cursos d'água ou zonas rurais próximas.

A medida em que aumentaram enormemente as populações urbanas, no entanto, e em que mantinham-se aquelas práticas seculares, criaram-se condições excepcionalmente favoráveis à proliferação de doenças infecto-contagiosas (MUMFORD, 1965) (37). Por volta de 1855, quando decidiu-se ampliar drasticamente a rede de esgotos subterrâneos na cidade de Londres, haviam morrido cerca de 20.000 pessoas em duas epidemias sucessivas de cólera (DERRY & WILLIAMS, 1986) (11).

Tais problemas, ao mesmo tempo em que geravam demandas que só podiam ser atendidas na escala das realizações urbanísticas (implantação de redes de abastecimento de água, coleta e tratamento do lixo e dos esgotos cloacais), tiveram reflexos importantes sobre as técnicas edificativas. Iniciou-se um processo irreversível de incorporação dos sub-sistemas de instalações hidro-sanitárias aos edifícios, a partir das classes economicamente privilegiadas. As práticas e os elementos utilizados na execução de banheiros, gabinetes sanitários e redes de água e esgoto aprimoraram-se, baseadas na utilização do ferro fundido (tubulações) e do ferro esmaltado

(aparelhos sanitários), sendo que mais para o final do Século este último passou a ceder espaço à porcelana.

Uma clara evidência da estreita relação entre o desenvolvimento dos sub-sistemas prediais de água e esgoto e a densificação das cidades industriais é a coincidência verificável entre o ritmo de aceleração deste processo e o ritmo de evolução e difusão das bacias sanitárias (water-closets), desde seu primeiro modelo descrito por volta de 1600 até sua total vulgarização ao final do Século XIX e início deste (DERRY & WILLIAMS, 1986) (11).

Já o retardo havido entre a manifestação daquele fenômeno mais amplo (urbanização intensa) e a difusão dos novos recursos técnicos que se desenvolveram enquanto respostas às demandas funcionais surgidas das novas condições de vida pode ser atribuído ao tempo tomado pela estrutura sócio-econômica para capacitar-se a dar tais respostas na escala necessária. Esse lapso, no entanto, caracterizou-se por uma drástica redução dos níveis de qualidade de vida naquelas cidades, frente àquele existente antes do advento da industrialização (MUMFORD, 1965) (12).

3.2.5 - CONJUGAÇÃO DAS TRÊS ORDENS DE DEMANDAS NA VIABILIZAÇÃO DAS MUDANÇAS DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO OCORRIDAS NO PERÍODO

O período recém examinado revela-se importante na medida em que encerra o primeiro momento histórico em que configurou-se em todos os seus aspectos o fenômeno da industrialização, o mesmo que vem marcando o posterior desenvolvimento das forças produtivas em áreas cada vez mais amplas do cenário internacional.

A análise da maneira como se insere a Edificação neste contexto historicamente novo permite que se constatem a intensidade e a natureza das exigências - demandas - que sobre ela passaram a agir, conferindo-lhe novo caráter e colocando seu processo evolutivo sob a influência de fatores determinados pelo processo mais amplo de evolução das forças produtivas como um todo.

Buscou-se explicitar ao longo desta exposição dos dados apontados na bibliografia como fundamentais à descrição do período ora em exame que tais exigências ganharam corpo a partir da redefinição de três instâncias distintas:

- 1) Novas funções passaram a ser atribuídas aos edifícios em sua utilização (vetor de viabilização funcional);
- 2) Na atividade de produção dos edifícios, novos insumos tornaram-se disponíveis e uma nova (e ampliada) escala de necessidades teve que ser atendida (vetor de viabilização estrutural);
- 3) A formação e a ocupação dos espaços urbanos passaram a se dar sobre novas bases definidas a partir do significado assumido pelas cidades e pela aglomeração no processo de urbanização (vetor de viabilização urbana).

3.3 - MUDANÇAS OCORRIDAS NAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XIX EM SÃO PAULO

3.3.1 - ANTECEDENTES E PANORAMA GERAL DAS MUDANÇAS OCORRIDAS

Guardadas as proporções, o que ocorreu no Brasil e especialmente em São Paulo na segunda metade do Século XIX foi a repetição ou, melhor colocando, a expansão do processo que se iniciara na Inglaterra havia mais de um século com a industrialização.

A cultura cafeeira funcionou no Brasil como um fator de ruptura da estagnação econômica e técnica que imperava praticamente desde o descobrimento. Ao contrário do que ocorrera nos ciclos do açúcar e do ouro (quando as regiões produtoras converteram-se na prática em enclaves isolados da economia internacional, não enraizando-se em solo brasileiro nem expandindo-se os efeitos dinamizadores da intergração aos mercados internacionais), o ciclo do café permitiu que se internalizassem os estímulos à formação de um mercado doméstico

e de uma estrutura produtiva que, mesmo sendo complementares e subsidiários do centro econômico-industrial europeu e estadunidense, permitiram ao País ganhar impulso próprio no processo de evolução econômica e técnica (FURTADO, 1974) (14).

Naturalmente, a estagnação de mais de três séculos que caracterizou o cenário brasileiro a partir do descobrimento, marcou também o conjunto das técnicas de Edificação. Excluindo-se os edifícios de importância simbólica e/ou estratégica enquanto instrumentos de consolidação e reafirmação dos poderes religioso e colonial - igrejas, fortificações e alguns poucos prédios administrativos - a esmagadora maioria do que se construiu no Brasil nesse período fez-se segundo práticas rudimentares, baseadas no uso intensivo de materiais toscos e pouco elaborados e apelando principalmente para uma mão-de-obra escrava de baixa qualificação (FERREIRA, 1975; VALLADARES, 1981) (12.40).

Do exame da bibliografia que direta ou indiretamente aborda o tema das técnicas edificativas no Brasil, percebe-se um claro consenso a respeito da noção de que o barro foi o material característico mais comumente utilizado pelas técnicas que se fizeram presentes. Barro cru, bem entendido, empregado de acordo com as técnicas da **taipa** em suas variadas manifestações. Desta forma construíram-se as paredes envolventes e as divisórias, sendo que as que desempenhavam função portante eram em **taipa-de-pilão**; as que cumpriam função exclusivamente de fechamento e/ou divisão de ambientes (subsistemas de planos envolventes e de partições) executavam-se em **pau-a-pique** (também conhecido por **taipa-de-mão**, **de-sebe**, **de-sopapo** e **de-pescoço**)(*). As fundações faziam-se geralmente em

* **Taipa-de-pilão** - Baseava-se esta técnica no emprego de um jogo de tábuas de madeira - taipais - mantidas em suas posições por travessas e escoras; era armado de forma a configurar um caixão de espessura equivalente à da parede a ser levantada (tal como hoje em dia montam-se as formas de paredes e vigas de concreto); em seguida, enchia-se toda a altura dos taipais com barro umedecido e pré-amassado; completado o enchimento da forma passava-se à compactação do barro, o que podia ser feito com o auxílio de um pilão de madeira ou simplesmente com os pés. As paredes, assim, erguiam-se por sucessivas fiadas que se enchiam à medida em que subia o taipal, em toda a extensão de uma parede ou mesmo de toda a periferia da construção.

Pau-a-pique - Esta técnica diferencia-se da **taipa-de-pilão** porque neste segundo caso o barro deixava de cumprir função portante, desempenhando papel exclusivo de massa de vedação. Neste tipo de procedimento, armava-se uma grelha de madeira entre o baldrame e o frechal, formada por paus roliços (muitas vezes com a própria casca) verticais, afastados cerca de um palmo entre si, com diâmetros variando em torno

pedra rejuntada com argamassa de barro, mas na região específica de São Paulo era comum que se fizessem do mesmo barro socado constituinte das paredes (SAIA, 1975) (47).

No sub-sistema de planos envolventes, era reduzido o número de aberturas, e reduzidas suas dimensões; as que havia eram geralmente guarnecidas por tampas cegas de madeira, dada a dificuldade de obtenção do vidro e seu elevado custo. Eram comuns os compartimentos sem qualquer ligação com o exterior (alcovas) nas residências (REIS FILHO, 1978) (46). As coberturas eram feitas de telhas de barro tipo cozido tipo capa-e-canal, e nas construções mais pobres, principalmente naquelas das zonas rurais, as folhas de palmeira eram muito utilizadas. As madeiras de sustentação das coberturas eram toscamente trabalhadas, sendo muito difundido o emprego de paus roliços com sua própria casca. O baixo grau de beneficiamento das madeiras, aliás, caracterizava também as peças empregadas na sustentação de entre-pisos e assoalhos (TELLES, 1984) (57).

Dada a incipiência das cidades nos três primeiros séculos da história brasileira, e a estreita dependência da vida urbana em relação aos recursos oferecidos pelo entorno rural imediato, as demandas funcionais incidentes sobre os edifícios até o início do ciclo do café e a expansão de seus reflexos eram reduzidas. Exigia-se que funcionassem como eficientes abrigos, reduzindo-se eles (os edifícios) a seus sub-sistemas de cobertura, planos envolventes e de partições internas. A multiplicação e sofisticação das demandas funcionais só vieram a ocorrer a partir da dinamização da vida social e econômica em escala mais ampla (tal qual ocorrera na Inglaterra havia mais de um Século).

As mudanças ocorridas nas técnicas edificativas em São Paulo a partir da consolidação da economia cafeeira foram, na área dos materiais utilizados, a paulatina substituição do barro não cozido pelos tijolos cerâmicos; as telhas de capa-e-

de 15cm, aos quais eram atadas varas ou ripas horizontais com cordas feitas de fibras vegetais, couro ou pregos. Sobre a grelha assim armada, aplicava-se então o barro, com as mãos, alisando-o pelos dois lados, de maneira a cobri-la totalmente. Este sistema era o preferido na execução de vedações e partições internas dos edifícios, dada sua leveza quando comparada sua espessura resultante (cerca de 20cm) à das paredes apiloadas (de 40cm a 60cm) (SAIA, 1975; VASCONCELLOS, 1958) (47, 62).

canal de grandes dimensões (coloniais) cederam lugar às de tipo Marselha ou francesas; à medida em que a exportação de café proporcionava a entrada de recursos no País, importaram-se da Europa em volumes crescentes materiais de construção, principalmente madeiras beneficiadas (Pinho-de-Riga), elementos em ferro fundido (tubulações, colunas, peitoris) e esmaltado (aparelhos sanitários), peças de funilaria (calhas, condutores, algerozas), vidro, cimento, telhas, luminárias e papéis de parede.

Também a mão-de-obra sofreu uma modificação importante: os trabalhadores imigrados expulsos pela Revolução Industrial em curso na Europa e para cá atraídos pela prosperidade da economia cafeeira transferiram-se em parte para as atividades de construção civil, mudando significativamente o perfil do contingente ali empregado, até então formado predominantemente por escravos. Tal alteração traduziu-se por uma expressiva elevação no nível médio de qualificação da mão-de-obra disponível à Edificação nos locais onde esse fenômeno ocorreu com mais força (entre os quais destaca-se a cidade de São Paulo).

Examinam-se a seguir as mudanças acima mencionadas, bem como outras que com elas se compuseram, procurando sempre ressaltar os condicionamentos e demandas que tornaram-nas possíveis.

3.3.2 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS FUNCIONAIS

3.3.2.1 - ASPECTOS FUNCIONAIS DA SUBSTITUIÇÃO DA TAIPA PELO TIJOLO

Tal como já ocorrera na Inglaterra com o advento da Revolução Industrial, a dinamização da economia e a potencialização das forças produtivas propiciadas no caso brasileiro pela lavoura e exportação de café acabaram por diversificar e tornar muito mais complexas as funções desempenhadas pelos edifícios.

No próprio seio da cultura cafeeira surgiram demandas funcionais que criaram as condições para que o fabrico de tijolos cozidos se vulgarizasse, expandindo-se dali para a

atividade edificativa, onde veio a substituir paulatinamente o secular emprego da taipa.

Dentro das fazendas de café havia a necessidade de construção de aquedutos e muros de arrimo, além de terreiros destinados à secagem dos frutos colhidos. Para essas funções, o barro cru revelava-se inadequado: no caso dos muros de arrimo, devido ao permanente contacto com a umidade dos terrenos contidos; nos aquedutos, declividades muito suaves ocasionavam a formação de poças de água e lama, enquanto que declividades acentuadas aceleravam o processo de erosão; nos terreiros, a permanente movimentação dos grãos (necessária à uniformidade do processo de secagem) fazia com que acabassem misturados ao pó liberado pela pavimentação (LEMOS, 1985) (24). Assim, a partir de seu progressivo uso nas benfeitorias das fazendas de café o tijolo de barro cozido teve a chance de comprovar seu desempenho satisfatório, o que veio a constituir-se em forte estímulo à sua adoção na Edificação. Verificou-se aqui fenômeno análogo àquele ocorrido na Inglaterra, em que a introdução de um novo material nas práticas construtivas (no caso inglês tratava-se de ferro fundido) foi motivada por novas demandas funcionais que não encontravam resposta adequada nos materiais tradicionais.

A progressiva difusão do uso do tijolo em substituição à taipa pode-se atribuir a duas causas de ordem funcional distintas:

- a) Sua maior resistência às intempéries - o que tornava seu uso no sub-sistema envolvente mais adequado, já que dispensava os grandes beirais de proteção bem como os periódicos serviços de conservação das fachadas;
- b) Sua maior capacidade resistente, o que permitia que a função portante se resolvesse com elementos de menores dimensões e que, portanto, tomavam menos área útil das plantas baixas.

A intensificação do uso da cal, por outro lado, foi decorrência da substituição da taipa pelo tijolo; à medida em que o uso de argamassas de assentamento estendia-se às paredes

constituintes dos sub-sistemas envolvente e de partições internas, ultrapassando os limites das fundações em que havia secularmente se mantido (exceção feita às obras mais representativas executadas em alvenaria de pedra), cresceu o estímulo à busca de um material que pudesse conferir-lhes (às argamassas) melhor desempenho que aquele proporcionado pelo barro (LEMOS, 1985) (26).

3.3.2.2 - NOVOS PROGRAMAS DE NECESSIDADES

Também fora das unidades produtivas propriamente ditas, as necessidades derivadas da circulação, estocagem e comercialização do café, principalmente com vistas à sua exportação, produziram demandas funcionais específicas que tiveram reflexos importantes nas práticas edificativas.

A implantação das primeiras linhas ferroviárias na década de 1850, bem como a sua expansão ao longo de toda a segunda metade do Século XIX, conjugaram-se à expansão da lavoura cafeeira no interior do estado de São Paulo, de forma a permitir o escoamento da produção até os portos exportadores de Santos e Rio de Janeiro (TELLES, 1984) (27).

Junto com as ferrovias, construíram-se as estações, empregando-se materiais e procedimentos pouco conhecidos, o que acabou por convertê-las (às estações) em verdadeiras cunhas inseridas em um meio dominado por práticas e recursos técnicos rudimentares (REIS FILHO, 1978) (46).

As estações ferroviárias caracterizaram-se pelo uso intensivo da madeira na sustentação de pisos e coberturas, nas partições internas e nas esquadrias, ainda que se tenha empregado em alguns casos o ferro e os tijolos cozidos (estes últimos principalmente nas paredes envolventes, devido ao estigma já então carregado pela madeira) (REIS FILHO, 1978) (46). Na execução das coberturas empregavam-se as telhas de barro tipo Marselha, peças de funilaria e madeiras importadas serradas industrialmente; mais tarde, trocaram-se as telhas cerâmicas por chapas onduladas galvanizadas. O vidro das esquadrias, e todos os demais elementos de origem industrial empregados na resolução dos sub-sistemas hidráulico e

sanitário, elétrico e telegráfico (ferragens, parafusos, fios e tubulações) eram igualmente importados. Essas construções eram feitas para atender a programas funcionais completamente novos, e tal qual os pavilhões, armazéns e obviamente estações ferroviárias construídas na Inglaterra a partir da Revolução Industrial, ao ineditismo de funções a cumprir correspondeu novidade equivalente nas técnicas edificativas utilizadas.

Da mesma forma que o ocorrido com as estações ferroviárias, à medida em que a entrada de capitais proporcionada pelas exportações de café permitia a formação de um mercado interno, criaram-se as condições para que se implantassem indústrias voltadas ao seu atendimento. Surgiram aí os primeiros estabelecimentos industriais brasileiros, vendo-se a Edificação frente à necessidade de dar respostas a demandas funcionais inéditas em escala e/ou em natureza.

Os primeiros edifícios industriais, construídos no Brasil em número significativo apenas no último quartel do Século XIX, executaram-se mediante técnicas trazidas da Europa, especialmente da Inglaterra. O uso do tijolo à vista representava uma maneira nova de utilização de um elemento já conhecido, e as coberturas tipo shed, fossem elas em telhas cerâmicas ou em chapas galvanizadas onduladas representavam a presença no meio brasileiro de soluções técnicas avançadas para necessidades de iluminação e ventilação formuladas de maneira nova. O extremo grau de dependência do que se fazia no Brasil no campo da Edificação industrial não só em relação aos materiais importados mas também à sua forma de utilização revela-se no fato de que muitos pavilhões industriais tiveram suas coberturas tipo shed orientadas segundo princípios idênticos àqueles adotados no hemisfério norte (busca da máxima isolação), o que acabava gerando graves problemas à sua habitabilidade, tanto no aspecto térmico como no de iluminação (TELLES, 1984) (57).

Da mesma forma que os edifícios industriais, os grandes mercados e armazéns vieram a atender a demandas funcionais nascidas da necessidade de comercialização e estocagem de produtos em escala muitas vezes ampliada, verificando-se aí

também o reflexo direto de um processo econômico mais amplo cujo centro de irradiação encontrava-se nos EUA e nos países europeus que se industrializavam.

3.3.2.3 - INFLUÊNCIA DAS NOVAS DEMANDAS DE HABITABILIDADE SOBRE AS FORMAS DE RESOLUÇÃO DOS SUB-SISTEMAS DE COBERTURA E DE PLANOS ENVOLVENTES

Além das novas demandas decorrentes do papel desempenhado por muitos dos novos edifícios de instrumentos do processo de dinamização econômica então vivido pelo País, outras se fizeram sentir em consequência da diversificação e da sofisticação das exigências funcionais feitas às construções tradicionais, nomeadamente as habitações. No aspecto da habitabilidade das moradias, avolumaram-se as exigências de iluminação e ventilação dos ambientes (LEMONS, 1976)⁽²⁷⁾. A modificação das noções sobre a intensidade desejável de ar e luz que deveriam penetrar nos espaços internos levou à ampliação das aberturas nas paredes envolventes (o que alterou o secular predomínio dos cheios sobre os vazados nesses elementos) (TELLES, 1984)⁽²⁷⁾ e deu início ao processo de extinção das alcovas, áreas presentes nas residências brasileiras por mais de três séculos (MASCARÓ, 1981)⁽²⁷⁾.

Para que o secular equilíbrio entre cheios e vazios das fachadas pudesse haver-se alterado, foi imprescindível que aumentasse a disponibilidade de vidro plano e houvesse uma redução correspondente em seus custos; esse fato realmente ocorreu graças ao crescente volume de importações que se faziam à Europa e EUA, e uma das consequências imediatas da progressiva vulgarização do vidro foi a simultânea erradicação das treliças de madeira que tradicionalmente guarneciam as aberturas voltadas para as vias públicas (MASCARÓ, 1981; TELLES, 1984)^(27,28).

Também os recursos construtivos utilizados na resolução do sub-sistema de cobertura dos edifícios modificaram-se sob o influxo do aumento na demanda por condições de habitabilidade. Em lotes estreitos, edificadas de divisa a divisa, a provisão de ar e luz aos ambientes centrais dependia da existência de pátios e áreas descobertas; isso, no entanto, obrigava a que os

telhados se tornassem mais complexos, multiplicando-se os planos cujas linhas de intersecção só podiam resolver-se mediante o emprego de peças de funilaria - calhas, condutores, rufos e algerozas. No momento em que, pela importação, esses elementos tornaram-se acessíveis a um número maior de construções, incorporou-se progressivamente essa alternativa ao elenco de práticas construtivas correntes, uma vez que se contemplava aí o atendimento a uma exigência que se tornara importante entre aquelas incidentes sobre o desempenho funcional dos edifícios.

3.3.2.4 - NOVAS DEMANDAS DE HIGIENE E INCORPORAÇÃO DOS SUB-SISTEMAS DE INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS AOS EDIFÍCIOS

A nova importância dada às demandas de ordem higiênica sobre o funcionamento das moradias acarretou no Brasil, tanto quanto na Europa, a incorporação dos sub-sistemas hidro-sanitários aos edifícios (REIS FILHO, 1978) (44). A água corrente e o escoamento de detritos e águas servidas, que até o advento do ciclo do café e da urbanização a ele associada não faziam parte das funções a ser desempenhadas pelos edifícios ou por partes deles a isso destinadas, tornaram-se necessidades cada vez mais importantes à medida em que avançavam no País e principalmente na região cafeeira os novos padrões de vida urbana que acompanhavam a dinamização da economia e a integração ao mercado internacional. Neste caso, ao contrário de uma modificação no desempenho funcional de um sub-sistema pré-existente (caso das mudanças operadas nas coberturas e planos envolventes), registrou-se uma ampliação no conjunto de demandas voltadas aos edifícios, o que veio automaticamente a torná-los mais completos e complexos enquanto instrumentos utilitários e sistemas multi-funcionais.

3.3.3 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS VOLTADAS AOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Muitas das modificações operadas nas técnicas edificativas a partir da dinamização econômica desencadeada pelo ciclo do café ocorreram, parcial ou integralmente, em

resposta a alterações nas demandas incidentes sobre os processos construtivos e seu rendimento.

Durante todo o período colonial, e mesmo em um largo período após a decolagem da economia cafeeira, a Construção e a Edificação sobreviveram enquanto atividades subsidiárias daquelas principais que movimentaram os ciclos econômicos anteriores ao café. Durante o ciclo do açúcar, por exemplo, em que a vida urbana era intermitente e débil, a atividade construtiva concentrava-se nos engenhos açucareiros, e baseava-se no aproveitamento dos recursos produtivos normalmente destinados à atividade principal, naqueles períodos de ociosidade desta (intervalos entre plantio e colheita, crises de mercado) (FURTADO, 1974) (14).

A medida em que a geração e circulação interna de produtos permitiram o fortalecimento das cidades, o centro propulsor da Edificação e de seu processo de diversificação técnica deslocou-se das unidades rurais para os núcleos urbanos.

A incorporação dos novos materiais significou, além de um meio de aprimoramento dos edifícios enquanto objetos utilitários, um movimento de adequação das técnicas edificativas às novas exigências que deviam ser satisfeitas pelo setor enquanto instrumento importante do processo de reordenamento econômico e produtivo que ocorria no País, nomeadamente na região cafeeicultora.

3.3.3.1 - DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA ECONÔMICO-PRODUTIVA E DISPONIBILIDADE DE NOVOS MATERIAIS À EDIFICAÇÃO

Considera-se normalmente que o ponto de partida do processo de dinamização da estrutura econômico-produtiva do Brasil, ao qual o ciclo do café deu impulso definitivo, localiza-se em 1808, quando foram abertos os portos nacionais ao comércio exterior. Criaram-se a partir daí as condições para o surgimento de um progressivo fluxo de importações de artigos industrializados, entre os quais encontravam-se materiais e elementos construtivos; sobre tal fluxo veio a estruturar-se um mercado consumidor que haveria de sustentar a fabricação

doméstica de parcelas crescentes dos itens inicialmente importados.

Os tijolos de barro cozido, por exemplo, que de início eram importados, passaram a ser produzidos por pequenas olarias que se multiplicaram pelo interior de São Paulo, na medida em que aumentou significativamente a demanda constituída pelas fazendas de café e pelas cidades que se expandiam rapidamente. Sua progressiva vulgarização (que só veio a consumir-se no início deste Século) acompanhou a expansão da rede de transportes ferroviários e o desenvolvimento da capacidade produtiva da região consumidora, já que deveu-se a ambos o barateamento de seus custos de produção e colocação junto aos canteiros de obra. A substituição da taipa pelo tijolo na execução dos sub-sistemas portante, de partições internas e planos envolventes realizou-se quando, comparando o rendimento final de uma e de outra alternativa em termos de tempo de construção, consumo de mão-de-obra por unidade de serviço produzido e desempenho funcional dos elementos construtivos acabados, esta mostrou-se mais produtiva que aquela.

Fenômeno semelhante de internalização do fabrico de um elemento inicialmente importado ocorreu com as telhas cerâmicas tipo Marselha e com o vidro.

A difusão do cimento portland obedeceu a um encadeamento similar àquele que comandou o deslocamento da taipa pelos tijolos de barro cozido. Inicialmente importado em escala restrita, vindo da Europa e a seguir dos EUA acondicionado em barricas de madeira, o volume exato das importações determinava-se pela capacidade da rede de transportes e de comercialização de colocá-lo junto aos canteiros a preços viáveis. À medida em que comprovou-se a possibilidade de obterem-se ganhos de produtividade pela substituição das argamassas de barro ou cal por argamassa de cimento (maiores resistências iniciais e finais, menor tempo de cura, maior facilidade de manuseio), aumentou sua utilização e procura, criando-se aí as condições para que as técnicas construtivas passassem a diversificar e aprimorar as formas de seu emprego; simultaneamente, o setor de distribuição e

produção de materiais de construção estruturou-se com vistas ao atendimento da procura progressivamente ampliada. O ritmo desse processo, que estendeu-se até as primeiras décadas deste Século (apenas em 1924 instalou-se a primeira fábrica nacional de cimento, em Itabira, Minas Gerais), foi decisivamente acelerado pelo desenvolvimento e difusão no Brasil do concreto armado, que veio a ampliar enormemente as possibilidades de utilização do cimento.

A progressiva substituição das madeiras com baixo grau de beneficiamento (em geral apenas falquejadas) por outras serradas mecanicamente, nas quais procurava-se tirar melhor partido de sua capacidade resistente (motivo da substituição das peças roliças e de seção quadrada por outras de seção retangular e, nos sistemas de sustentação dos telhados, da adoção de tesouras em substituição às pesadas vigas de madeira maciça), foi outra das alterações das técnicas construtivas que veio a responder à demanda por otimização no aproveitamento dos recursos consumidos. As madeiras serradas (pinho-de-riça), entre as quais se incluíam esquadrias, molduras e tesouras pré-dimensionadas, vinham como lastro nos porões dos navios que deviam retornar à Europa carregados de café (LEMOS, 1985) (27); barateavam-se dessa forma os custos de transporte. Graças à sua maior regularidade e padronização dimensional (feita então com base aos padrões ingleses de pés e polegadas), facilitaram-se os procedimentos necessários à sua incorporação às diferentes partes dos edifícios (sustentação dos telhados e entre-pisos, assoalhos, forros, lambris e partições internas). Utilizaram-se então pela primeira vez em escala significativa encaixes feitos mecanicamente nas peças de madeira (ranhuras, macho-e-fêmea, meia madeira), o que além de permitir um melhor aproveitamento do material (encaixadas as peças trabalham solidárias e podem assim ter suas dimensões reduzidas), veio a conferir melhor desempenho às partes assim construídas.

A vulgarização do uso do tijolo cozido nos sub-sistemas constituídos pelas paredes envolventes e de partições internas permitiu um ganho extra de produtividade no fabrico e incorporação de portas e janelas às obras; uma vez que a

substituição da taipa pelo tijolo representou um aumento significativo de precisão na execução das paredes (passou-se de uma precisão da ordem de decímetros para outra de centímetros), criaram-se melhores condições para a padronização e a fabricação das esquadrias fora dos canteiros, em moldes mais racionais e mais próximos à produção industrial (REIS FILHO, 1978) (44).

Assim como a regularidade dos tijolos teve repercussão na forma de produção das esquadrias e no processo de sua incorporação às obras, a substituição das telhas capa-e-canal por telhas do tipo Marselha favoreceu a racionalização do madeiramento dos telhados e, conseqüentemente, maior otimização de sua capacidade portante. Tal efeito deveu-se principalmente à menor superposição entre telhas (o que significou redução no peso da cobertura) e à maior regularidade dimensional (que permitiu homogeneidade de peso, de dimensões e de espaçamento entre elementos portantes - terças, ripas e caibros).

3.3.3.2 - MUDANÇAS NA MÃO-DE-OBRA DA EDIFICAÇÃO DECORRENTES DO FIM DA ESCRAVATURA E DA IMIGRAÇÃO EUROPEIA

O desenvolvimento do ciclo do café e seus desdobramentos na estrutura econômica do Brasil criaram as condições que acabaram precipitando o fim da escravidão. Já antes da abolição legal ocorrida em 1888 houve um longo período de decadência do regime escravocrata marcado pela sucessão de leis preparatórias à Lei Áurea e pela lenta ascensão do trabalho assalariado em lugar do trabalho escravo.

À medida em que aumentavam as pressões internas e externas pelo fim da escravidão, e em que minguava o número de escravos disponíveis para suprir as necessidades de mão-de-obra que cresciam proporcionalmente à dinamização da economia, passou-se a incentivar a vinda de imigrantes europeus em busca de oportunidades de trabalho. Esses imigrantes, que em um primeiro momento dirigiam-se às fazendas de café, foram aos poucos deslocando-se para as cidades próximas, para desempenhar ali funções que lhes permitissem melhores condições de vida e maiores chances de enriquecer. Entre estes, houve os que se dedicaram à Edificação, aproveitando os conhecimentos que

traziam de seus lugares de origem e ocupando um espaço econômico que se lhes oferecia a partir do fortalecimento da vida dos mercados urbanos.

Os construtores recém imigrados trabalhavam como assalariados ou como empreendedores autônomos, e foram os responsáveis pela disseminação do conhecimento de técnicas construtivas pouco correntes, uma vez que até então o grosso dos trabalhadores ocupados com tais tarefas eram escravos cuja familiaridade maior era em relação a práticas seculares baseadas no uso do barro e de materiais pouco elaborados. Os poucos operários que destacavam-se até então por seus conhecimentos e habilidades acabavam dedicando-se à construção de edifícios representativos e atípicos, como igrejas e palácios.

Os novos trabalhadores da Edificação - nomeadamente alemães e italianos - iniciaram muitas vezes o exercício de sua capacidade técnica nas próprias fazendas de café, construindo ou reparando as benfeitorias ali existentes. Uma vez comprovados seus conhecimentos e domínio dos novos materiais que se introduziam no mercado (os tijolos cerâmicos principalmente), e à medida em que iam ganhando fama, passavam a realizar trabalhos em fazendas vizinhas, acabando por transferir-se para os centros urbanos capazes de oferecer uma demanda continuada por seus serviços qualificados.

3.3.3.3 - INTENSIFICAÇÃO DO MERCADO E DISPONIBILIDADE DE CAPITAIS

O significativo aumento da demanda por edifícios causado pela imigração e pelo crescimento das populações urbanas que marcaram a prosperidade do ciclo do café teve como contrapartida uma maior quantidade de capitais disponíveis à inversão em construções, fruto da mesma prosperidade econômica que impulsionava aqueles fenômenos (PEREIRA, 1984) (43).

Consolidou-se um mercado consumidor de edifícios, e as tensões entre oferta e procura refletiram-se sobre as técnicas edificativas, empurrando-as em direção a arranjos que lhes permitissem melhor aproveitamento de seus insumos e menores

prazos de construção; maior produtividade, enfim. Esta passou a ser buscada não só com vistas a um maior equilíbrio entre oferta e demanda, mas, pela redução dos prazos, como forma de aumentar as taxas de remuneração dos capitais investidos.

3.3.3.4 - O VETOR DE VIABILIZAÇÃO ESTRUTURAL NA EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS EDIFICATIVAS EM SÃO PAULO

As profundas modificações ocorridas nas técnicas edificativas em São Paulo a partir da segunda metade do Século XIX devem ser entendidas como um movimento de adequação às novas condições que passaram a definir a estrutura sócio-econômica daquela região.

A melhoria das redes de transporte e comércio de mercadorias (mercê à liberação das importações e à instalação de ferrovias)(1), o nascimento de empreendimentos industriais e produtivos fora do setor primário (mercê à formação de um mercado consumidor interno)(2), o surgimento de um mercado de trabalho com características urbanas (mercê à abolição da escravatura e à imigração de trabalhadores europeus rapidamente concentrados nas cidades)(3), a crescente disponibilidade de capitais em busca de alternativas atraentes de investimento (mercê aos recursos gerados a partir da exportação de café)(4) constituíram-se nas pré-condições estruturais que, ao mesmo tempo que colocavam novos recursos à disposição da atividade construtiva, faziam surgir demandas que forçaram os processos construtivos e seus arranjos técnicos a buscar mais altos patamares de produtividade em relação a cada um dos insumos intervenientes.

Formou-se assim, em grau e velocidade diretamente proporcionais à intensidade com que se dava a dinamização econômica, um processo de multiplicação da oferta de insumos e de demandas associadas enraizado no próprio núcleo da estrutura produtiva em que o mecanismo de interdependência e compensação das pressões que impulsionam a diversificação técnica (Fig. 09 Seção II.2.2.1 Cap.II) aparecia de maneira bastante clara.

3.3.3.4 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS DE ADEQUAÇÃO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

Com o seu efetivo engajamento na economia cafeeira, mais precisamente ao eixo exportador que se formou entre o porto de Santos e as regiões produtoras, a cidade de São Paulo entrou aproximadamente a partir de 1870 em um acelerado processo de expansão e densificação que mudou-lhe radicalmente as feições, a ponto de considerar-se que o café proporcionou-lhe uma "segunda fundação" (SINGER, 1977) (23).

A implantação de uma rede comercial e de transportes (ferrovias) necessária ao escoamento do café e à distribuição das importações, bem como a circulação e a aplicação dos capitais gerados a partir das exportações criaram as condições para que a capital da província assumisse progressivamente o papel de centro mais importante da economia cafeeira. Assim, a vida urbana viabilizou-se e intensificou-se no momento em que a cidade viu crescer seu significado econômico.

3.3.4.1 - DIVERSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES URBANAS E CRESCIMENTO POPULACIONAL

À medida em que mais recursos circulavam e eram investidos, multiplicaram-se as atividades; a cidade reforçou suas funções de entreposto comercial, ganhando o status de principal centro bancário e financeiro da região cafeeira paulista (SINGER, 1977) (23).

Criaram-se assim as condições para uma crescente aglomeração populacional, o que veio efetivamente a ocorrer. Ao lado de uma massa de operários assalariados (imigrados ou oriundos de zonas rurais próximas) e de uma incipiente classe média voltada a atividades estritamente urbanas, registrou-se a transferência da aristocracia rural de suas sedes de fazenda para as novas residências - agora permanentes - localizadas nas áreas privilegiadas da cidade. Graças a estes vários aportes, a população paulistana passou de cerca de 30.000 habitantes por volta de 1870 para aproximadamente 240.000 na virada do Século (SINGER, 1977) (23).

3.3.4.2 - DENSIFICAÇÃO E RENOVAÇÃO DO ESTOQUE DE CONSTRUÇÕES

A expressiva aceleração do ritmo de crescimento populacional da capital paulista acarretou o surgimento de uma demanda concentrada de magnitude inédita em sua história; cresciam rapidamente novos bairros residenciais destinados a operários, à nascente classe média e à oligarquia que ali passava a instalar-se.

Dois movimentos simultâneos marcaram o processo de urbanização da cidade de São Paulo naquele momento: a ampliação dos limites da cidade e a densificação das zonas já consolidadas. Esta última fez-se pela ocupação das áreas até então mantidas livres (o que no novo contexto que se configurava significava um grau de ociosidade insustentável) e pela substituição das antigas construções baixas por outras de três e quatro pavimentos; a transformação de São Paulo de taipa na São Paulo de tijolos foi marcada pela necessidade de adensamento decorrente da expressiva valorização dos lotes localizados nas áreas já consolidadas da cidade (LEMOS, 1985) (24).

A substituição da taipa pelos tijolos cozidos permitiu o aligeiramento dos elementos constituintes dos sub-sistemas portante, de paredes envolventes e partições internas, o que significou liberação de mais área útil nos edifícios; neste sentido, é lícito supor que a densificação urbana e a valorização dos lotes que a acompanhou reforçaram tal mudança, já que ela veio a possibilitar a otimização do aproveitamento dos lotes sobre os quais se edificava.

3.3.4.3 - NOVAS RELAÇÕES ENTRE OS EDIFÍCIOS E O MEIO URBANO

Com o enriquecimento e a diversificação da vida e das atividades urbanas, modificaram-se as relações dos edifícios com seus lotes e com as vias públicas, alterando-se um padrão urbano físico e funcional que, à semelhança do que ocorrera com as técnicas construtivas, dominava havia mais de três séculos. Herdado dos colonizadores portugueses, este padrão era dado, no que diz respeito à forma dos assentamentos físicos, pela sucessão de casas em fita que ocupavam toda a (geralmente

estreita) testada de seus lotes, coroadas por coberturas em duas águas, uma descarregando sobre o pátio dos fundos, e a outra sobre a rua. Maximizava-se assim a ocupação das reduzidas áreas disponíveis nas zonas urbanas.

Um dos claros sinais da diversificação operada no aspecto específico do padrão de relações entre os edifícios e seus lotes foi o surgimento de soluções em que aqueles (principalmente as residências) deixaram de ocupar os limites laterais destes, principalmente nos bairros das classes mais ricas. Observavam-se agora afastamentos laterais, ocupados por jardins e mantidos como áreas de iluminação e ventilação dos ambientes, em resposta às demandas mais acentuadas que se faziam sentir nesse aspecto. Voltadas para esses jardins, colocavam-se varandas e alpendres, sendo aí generalizado o uso de elementos em ferro fundido, principalmente nos balaústres, peitoris, e na sustentação dos pisos e coberturas; nestas empregavam-se as telhas cerâmicas, as chapas galvanizadas e algumas vezes o vidro (REIS FILHO, 1978) (44).

3.3.4.4 - INFLUÊNCIA DAS NOVAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO URBANO SOBRE AS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO

Assim como vinha ocorrendo na Inglaterra desde o início do Século, ao aumento de concentração populacional que se registrava nas cidades beneficiadas pela prosperidade da economia cafeeira correspondeu um aumento nas demandas por melhores condições de higiene e saneamento.

A cidade de São Paulo e o interior da província tiveram suas primeiras redes públicas de água e esgoto implantadas entre 1870 e 1900 (TELLES, 1984) (45); o grau de desenvolvimento urbano então alcançado já não permitia que tais serviços fossem realizados por escravos, conforme prática secularmente vigente. O estímulo à incorporação aos edifícios dos sub-sistemas de instalações hidráulicas e sanitárias decorreu do mesmo tipo de demanda, e fez-se em sintonia com a implantação de redes de saneamento em escala urbana.

Já a proibição de descarregarem-se as águas dos telhados sobre as ruas (que deixavam assim de desempenhar o

papel igualmente secular de canaletas de escoamento das águas pluviais) exerceu grande influência na vulgarização do uso das peças de funilaria importadas, bem como na sofisticação das soluções construtivas aplicadas à execução das coberturas (TELLES, 1984) (27).

3.3.5 - CONJUGAÇÃO DAS TRÊS ORDENS DE DEMANDAS NA VIABILIZAÇÃO DAS MUDANÇAS DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO OCORRIDAS NO PERÍODO

A análise do período marcado pela prosperidade da economia cafeeira na região de São Paulo permitiu a identificação de alguns mecanismos básicos comuns entre este contexto e aquele descrito na seção anterior.

A dinamização econômica ocorrida na província de São Paulo a partir da decolagem do ciclo do café, ao reproduzir aqui - mesmo que em escala reduzida e intensidade atenuada - algumas das condições que se fizeram presentes na industrialização inglesa a partir de 1750, possibilitou que se criassem fatores poderosos o suficiente para levarem a Edificação a ingressar em um processo de evolução que acabou por alterá-la radicalmente até o início deste Século.

O que importa para o objetivo desta Dissertação, no entanto, é verificar que a natureza dos fatores que se fizeram aqui presentes foi em sua essência a mesma daqueles que impulsionaram a Edificação inglesa em seu processo de evolução.

Aqui, tanto quanto lá, redefiniram-se as atribuições funcionais dos edifícios; o leque de funções ampliou-se, e naquelas que já vinham sendo tradicionalmente atendidas operaram-se mudanças quantitativas e qualitativas de monta (Vetor de Viabilização Funcional).

Já o elenco de materiais colocados à disposição da Edificação, bem como a qualificação média dos operários nela engajados modificaram-se de maneira radical; simultaneamente, dadas as novas características da estrutura econômico-produtiva como um todo, a Edificação ganhou novo significado enquanto meio de acumulação de riqueza e possibilidade de investimento rentável. (Vetor de Viabilização Estrutural)

Por fim, a natureza e o significado das cidades localizadas na região beneficiada pela prosperidade trazida pela economia cafeeira diferenciaram-se progressivamente daquelas imperantes por mais de três séculos e meio; a partir daquele momento (e, novamente, tal como já vinha ocorrendo na Inglaterra havia mais de um Século), as aglomerações urbanas e suas formas de consolidação passaram a desempenhar papel fundamental no novo contexto econômico-produtivo. A isso correspondeu a formação de uma ordem de exigências sobre os edifícios e sobre os processos voltados à sua produção necessariamente distinta daquela decorrente de um meio em que às cidades reservavam-se apenas funções secundárias (e muitas vezes dispensáveis) no processo de reprodução material. (Vetor de Viabilização Urbana)

3.4 - MUDANÇAS OCORRIDAS NAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO FINAL DO SÉCULO XIX EM CHICAGO

3.4.1 - ANTECEDENTES E PANORAMA GERAL DAS MUDANÇAS OCORRIDAS

As importantes modificações registradas em Chicago ao final do Século passado e início deste constituíram-se em manifestações no campo específico da Edificação do amplo processo de desenvolvimento econômico e industrialização acelerada vivido pelos Estados Unidos, especialmente a partir da Guerra da Secessão (1861-1865).

Naquele País, de maneira análoga ao que ocorria na Europa, a industrialização significou o crescimento exponencial das escalas de produção e circulação de mercadorias. Atendendo às imposições que decorriam de suas características específicas de enormes extensões territoriais a ocupar, grande disponibilidade de recursos naturais e escassez populacional, o desenvolvimento baseou-se na rápida implantação de uma rede ferroviária (que permitiu superar o obstáculo das longas distâncias e deu o ritmo da expansão para o oeste), na imigração e no estímulo aos avanços técnicos que permitiam o aproveitamento dos abundantes recursos materiais com o menor consumo possível de mão-de-obra (DERRY & WILLIAMS, 1986) (11).

A cidade de Chicago, através de sua evolução ao longo do Século XIX, constituiu-se em um dos mais expressivos exemplos desse processo, bem como da profundidade e extensão das modificações que dele fizeram parte. Formada pela progressiva aglomeração de pioneiros em volta de um forte fundado em 1804, Chicago foi promovida à categoria de cidade em 1830, quando não contava com mais de 400 habitantes; vinte anos depois, já habitavam ali cerca de 30.000 pessoas. Em 1871 um grande incêndio destruiu a quase totalidade da cidade, construída na sua esmagadora maioria em madeira. Nessa época, Chicago já tinha 300.000 habitantes, tendo sido seu rápido crescimento favorecido em grande medida pela ligação ferroviária com a costa do Pacífico (na cidade de San Francisco) completada no ano de 1869, o que contribuiu decisivamente para convertê-la no mais importante entroncamento e centro de distribuição de mercadorias pelo território estadunidense (CONDIT, 1968; BENEVOLO, 1976) (10.3).

A reconstrução da cidade após o grande incêndio de 1871 deu oportunidade a que se empregassem técnicas inéditas na época, tendo sido então aplicadas pela primeira vez muitas das soluções construtivas que acabaram por marcar o Século XX, dentro e fora dos EUA, surgindo ali inclusive (junto com New York) um dos mais expressivos símbolos da Edificação deste Século - o arranha-céu.

Cada uma das fases do crescimento de Chicago durante o Século XIX representou a aplicação em larga escala de alguns dos mais importantes recursos de técnicas construtivas então existentes nos EUA. A primeira delas, que vai da fundação até o grande incêndio, marcou-se pelo uso intensivo da madeira; construíram-se os edifícios de acordo com uma técnica normalmente designada *balloon frame*. Essa alternativa representou uma nova forma de construir em madeira; aboliam-se os complicados trabalhos de carpintaria até então utilizados (encaixes e entarugamentos), passando-se a empregar exclusivamente pregos na fixação dos diferentes elementos, portantes ou não. A hierarquização de dimensões dos elementos de acordo com sua responsabilidade no sub-sistema portante foi

igualmente suprimida, em troca da adoção de esteios e vigas padronizados, de reduzida seção (2"x4") e com espaçamento uniforme de 16" entre eixos; o recobrimento dessa grelha, seja nos planos verticais (paredes) ou horizontais (forros e pisos), fazia-se por estrados de tábuas igualmente padronizados e simplesmente pregadas, o que contribuía para conferir maior rigidez ao conjunto construído (GIEDION, 1978; CONDIR, 1968) (10, 10).

A reposição do patrimônio destruído no incêndio de 1871 deu ensejo a uma total substituição das técnicas edificativas empregadas, ao menos na reconstrução do centro histórico da cidade (o Loop); mudaram os materiais, os procedimentos e as características dos edifícios produzidos. A madeira revelava-se agora inadequada às novas condições funcionais e de aglomeração; adotaram-se tijolos, o ferro (substituído pelo aço até o final do Século) e o vidro; multiplicaram-se os pavimentos dos edifícios, que passaram a ser dotados de elevadores, equipamentos de ventilação e aquecimento, sub-sistemas de instalações hidráulicas, sanitárias e de iluminação.

O explosivo crescimento da cidade de Chicago veio marcado pela diversificação e sofisticação das atividades; novas funções comerciais, produtivas e de prestação de serviços surgiram dentro do seu processo de conversão em principal pólo comercial do País e em um de seus mais importantes centros industriais. O ritmo de crescimento populacional foi proporcional àquele das mudanças funcionais e produtivas, de forma tal que ao final do Século contavam-se ali cerca de 1.700.000 habitantes (BENEVOLO, 1976) (11).

A importância e a profundidade das alterações nas técnicas construtivas ali ocorridas só podem ser corretamente avaliadas a partir de seu enquadramento no processo mais amplo de acelerado desenvolvimento urbano e modificações na estrutura produtiva que se operavam nos Estados Unidos. São as vinculações que definiram esse enquadramento que se passa agora a examinar.

3.4.2 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS FUNCIONAIS

Algumas das mais importantes modificações operadas nas técnicas edificativas no processo de reconstrução do Loop de Chicago, principalmente no período 1980-1900, surgiram como decorrências diretas das novas exigências funcionais que passaram a incidir sobre os edifícios.

3.4.2.1 - NOVAS DEMANDAS SOBRE OS SUB-SISTEMAS PORTANTES

A multiplicação de prédios destinados a abrigar escritórios veio acompanhada de algumas exigências que tiveram grande repercussão sobre os sub-sistemas portante, de partições internas e de planos envolventes. A forma de ocupação e as funções desempenhadas nos escritórios caracterizam-se pela variabilidade; o constante reordenamento no aproveitamento dos espaços é uma característica marcante desse tipo funcional. Esta exigência específica acarretou uma forte ênfase sobre a demanda de flexibilidade de adaptação dos espaços construídos às variações em sua forma de ocupação.

A demanda por flexibilidade constituiu-se em estímulo importante à (1) liberação das partições internas de suas funções portantes, (2) aumento dos vãos livres, e (3) à rápida adoção dos elementos portantes em ferro e a seguir em aço. Independizaram-se os sub-sistemas de partições internas e portante, passando este a ser realizado na forma de esqueletos metálicos independentes dos planos envolventes e das paredes divisórias, executadas por sua vez em tijolos furados (que, além de torná-las mais leves, facilitavam a sua remoção).

Enquanto a multiplicação de edifícios de escritórios representou um forte estímulo ao desenvolvimento de soluções construtivas que permitiam maior flexibilidade de aproveitamento dos espaços internos, o florescimento dos grandes magazines e lojas de departamentos trouxe consigo a demanda pelo aumento dos vãos livres nos pavimentos destinados a abrigá-los. Neste caso, o volume de pessoas e de mercadorias - compatível com as novas condições de produção e comercialização em larga escala - foi o fator determinante para

a sensível alteração ocorrida nas exigências voltadas ao desempenho funcional dos sub-sistemas portantes.

A difusão dos esqueletos metálicos no desempenho da função portante foi possibilitada em grande medida pelo aperfeiçoamento das técnicas de execução das fundações; a acentuada concentração das cargas em elementos pontuais exigiu que se desenvolvessem formas eficazes de absorvê-las junto ao solo sem que se prejudicassem as condições de acesso aos pavimentos inferiores (térreo e sub-solos). Para tanto, executavam-se grandes blocos concretados com até quinze metros de profundidade (Chicago Caisson), o que veio a constituir-se em solução pioneira dada ao tema das fundações profundas. (BENEVOLO, 1976) (3).

3.4.2.2 - NOVAS DEMANDAS SOBRE OS SUB-SISTEMAS DE PLANOS ENVOLVENTES

A distinção estabelecida entre os sub-sistemas portante e de planos envolventes teve como um de seus objetivos o aumento das condições de ventilação e principalmente iluminação dos espaços internos; no momento em que a função portante nos planos verticais envolventes passou a ser cumprida por elementos metálicos de reduzidas dimensões, possibilitou-se a abertura de grandes planos envidraçados que maximizavam a captação de ar e luz junto às fachadas. A adoção de esquadrias metálicas, muitas delas convexas em relação aos planos de fachada (bow-windows), constituiu-se em um recurso a mais utilizado com o mesmo objetivo funcional (GIEDION, 1978; BENEVOLO 1976; CONDIT, 1968) (10.3.10).

3.4.2.3 - UTILIZAÇÃO DE ELEVADORES NOS SUB-SISTEMAS DE CIRCULAÇÃO VERTICAL

A instalação de elevadores tornou-se progressivamente comum, à medida em que multiplicava-se o número de edifícios com dez pavimentos ou mais, tanto em Chicago quanto em New York ao final do Século passado. A partir de seu uso inicial em indústrias ainda por volta de 1850, movidos então a vapor, os elevadores puderam ser definitivamente incorporados ao sub-sistema de transporte vertical dos edifícios quando puderam

oferecer boas condições de segurança aos seus usuários e, em torno de 1885, passaram a ser acionados à eletricidade (OLIVER, 1956; BENEVOLO, 1976) (40.3).

3.4.2.4 - SUB-SISTEMAS DE INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS E DE CONDICIONAMENTO AMBIENTAL

Além dos imprescindíveis avanços obtidos na resolução dos sub-sistemas portante e de transporte vertical, a acentuada verticalização dos edifícios realizados na reconstrução de Chicago dependeu do aprimoramento na execução dos sub-sistemas sanitário e principalmente hidráulico; foi indispensável que se desse solução satisfatória à necessidade de instalações de estações elevatórias capazes de recalcar água a grandes alturas, e que as redes e aparelhos hidráulicos funcionassem a contento quando submetidos a regimes de elevada pressão, decorrentes dessas mesmas alturas.

A demanda por melhores condições de habitabilidade dos ambientes internos, além de haver forçado o aligeiramento das fachadas e a ampliação das esquadrias, deu ensejo a que se desenvolvessem pioneiramente os sub-sistemas mecânicos de ventilação e aquecimento; já em 1844 haviam sido publicados nos EUA trabalhos técnicos-científicos voltados a esse tema, e por ocasião da reconstrução de Chicago surgiu a oportunidade de aplicação intensiva dos conhecimentos acumulados nesse campo (BENEVOLO, 1976) (41).

3.4.3 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS SOBRE OS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

As alternativas técnicas que conseguiram viabilizar-se e desenvolver-se durante o surto de inovações que marcou a reconstrução de Chicago foram aquelas que tiraram melhor partido do reordenamento econômico e da acelerada industrialização vivida pelos EUA naquele momento e que, simultaneamente, melhor responderam às necessidades decorrentes da nova situação.

3.4.3.1 - DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA ECONÔMICO-PRODUTIVA E DISPONIBILIDADE DE NOVOS MATERIAIS À EDIFICAÇÃO E EQUIPAMENTOS AOS EDIFÍCIOS

No amplo processo de reordenamento econômico vivido pelos EUA tiveram relevância particular para a conformação das técnicas edificativas utilizadas na reconstrução de Chicago os seguintes fatores:

- a) A ampliação da capacidade produtiva da indústria do ferro e do aço; impulsionada pela demanda representada pela rápida expansão da rede ferroviária, tornou extremamente acessíveis os pregos, rebites e parafusos e, a partir do início da década de 1890, os perfis em aço que viabilizaram a execução dos esqueletos metálicos portantes;
- b) A rapidez com que a indústria cimenteira nacional atingiu a auto-suficiência, tornando economicamente viável a execução dos enormes blocos de fundação em concreto;
- c) O desenvolvimento da rede de comércio e transportes, o que veio a viabilizar o emprego de elementos construtivos de grande porte e peso.
- d) A abundante disponibilidade energética que, em um grau ainda mais acentuado do que o que marcou o ocorrido na Inglaterra da 1ª metade do Século XIX, foi condição *sine qua non* à intensa industrialização (graças ao carvão), à multiplicação e aprimoramento das alternativas de transportes (graças ao binômio carvão-vapor) e, no processo de urbanização, à difusão dos equipamentos movidos primeiramente a vapor e depois à eletricidade (elevadores, instalações elevatórias, sistemas de iluminação e condicionamento térmico).

Sobre essas condições, os processos construtivos foram, por sua vez, impulsionados em direção ao barateamento dos materiais empregados, à simplificação dos procedimentos em canteiro e à aceleração dos prazos de construção.

3.4.3.2 - DEMANDAS DE ACELERAÇÃO E SIMPLIFICAÇÃO DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

A demanda específica por aceleração fez-se sentir de forma aguda no caso de Chicago; a repentina destruição da quase totalidade de seu estoque de edifícios levou a que naturalmente se apelasse para alternativas técnicas que permitissem o máximo de redução nos prazos de construção com vistas ao mais rápido atendimento possível do déficit criado. Somaram-se a este fator local dois outros de caráter mais abrangente:

- a) A já mencionada carência de mão-de-obra que marcou todo o processo de industrialização estadunidense, que veio a impossibilitar a execução de edifícios na quantidade e urgência com que se faziam necessários dentro dos procedimentos característicos das técnicas edificativas tradicionais;
- b) A abundância de capitais em busca de investimentos rentáveis.

Uma das respostas técnicas que se viabilizou e sustentou graças à sua eficácia enquanto instrumento de redução dos prazos de construção foi o emprego dos grandes panos de vidro e das esquadrias metálicas na resolução das fachadas. A simplificação obtida pela supressão de detalhes em alvenaria que exigiam grandes doses de trabalho minucioso, somava-se o próprio processo de natureza industrial de fabricação dos elementos, que antes de serem levados aos canteiros eram pré-montados nas oficinas de forma a resolver ali os problemas construtivos que pudessem surgir. Esse tipo de resolução de fachadas, perfeito precursor das fachada-cortina que marcaram os edifícios de escritórios ao longo de todo este Século, teve seu uso e fabricação mais difundidos na cidade de New York; é de se supor, no entanto, que seus princípios tenham sido aplicados com frequência significativa no movimento de reconstrução de Chicago. (SILVA, 1986) (20).

Percebe-se que a forma com que empregaram-se o ferro, o aço, o cimento, o vidro e os tijolos cerâmicos nos arranha-céus de Chicago atendeu a demandas não só de caráter funcional, voltadas ao desempenho dos edifícios em seu período de

utilização, mas a outras relativas ao rendimento dos processos construtivos e à sua capacidade de otimização de insumos escassos e caros: tempo e mão-de-obra. Tanto os perfis metálicos constituintes dos esqueletos portantes, quanto as esquadrias que dominavam as fachadas, além de produzirem-se industrialmente, de forma padronizada e em larga escala, eram incorporados a seco às obras, mediante o uso de parafusos e rebites; suprimiam-se os tempos de cura na execução de muitas partes, e a Edificação assumia alguns dos procedimentos tecnicamente mais avançados da época, igualando-se nesses aspectos às indústrias mais evoluídas de seu meio (OLIVER, 1956) (40).

3.4.4 - INFLUÊNCIA DAS DEMANDAS DE ADEQUAÇÃO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

3.4.4.1 - DIVERSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES E DENSIFICAÇÃO

Uma das marcas mais importantes da dinamização vivida por Chicago nas últimas três décadas do Século XIX foi a acentuada diversificação funcional ali ocorrida.

Dados os benefícios econômicos que a aglomeração proporcionou às atividades comerciais e de prestação de serviços, registrou-se uma intensa multiplicação de atividades, o que acarretou expressivo incremento na demanda por espaços comerciais, de escritórios, hotéis e residências (OLIVER, 1956; GIEDION, 1978) (40, 15).

Esta expansão da demanda, por sua vez, ao induzir a uma vertiginosa valorização dos terrenos ali localizados, traduziu-se em forte estímulo à **densificação**. A verticalização dos edifícios foi a conclusão óbvia de tal encadeamento de fenômenos, e por aí explica-se a influência do **Vetor de Viabilização Urbana** nos arranjos assumidos pelas técnicas construtivas (OLIVER, 1956; BENEVOLO, 1976) (40, 3).

3.4.4.2 - ALTERAÇÕES NAS FORMAS DE RESOLUÇÃO DOS SUB-SISTEMAS DIRETAMENTE RESPONSÁVEIS PELA POSSIBILIDADE DE DENSIFICAÇÃO

A partir da tradução da demanda por densificação em estímulo à verticalização dos edifícios, verificou-se um

reforço complementar e de natureza específica no incentivo à diversificação e aprimoramento das soluções construtivas utilizadas na resolução dos sub-sistemas portantes, de circulação vertical e de instalações hidráulicas; enfim, os sub-sistemas capazes de viabilizar - ou não - a multiplicação de pavimentos.

Assim, o uso de esqueletos metálicos portantes, a incorporação dos elevadores ao elenco de equipamentos instalados e o desenvolvimento de estações elevatórias e redes de tubulações capazes de suportar pressões hidrostáticas elevadas significaram uma adequação das técnicas construtivas à demanda de que os edifícios se convertessem em instrumentos multiplicadores das boas condições de acessibilidade dos terrenos sobre os quais se assentavam. O próprio aligeiramento dos elementos verticais constituintes dos esqueletos portantes correspondeu a um ganho extra na liberação de espaços utilizáveis suplementares em áreas urbanas altamente valorizadas.

A necessidade de criarem-se mecanismos de prevenção de incêndio e de aumentar-se a resistência dos edifícios ao fogo foi outro dos fatores de conformação das técnicas utilizadas na reconstrução de Chicago que potencializou-se a partir da densificação ali ocorrida.

A busca e aplicação de materiais resistentes ao fogo (os tijolos furados, por exemplo, foram usados não só na elevação das partições internas mas também no revestimento protetor dos elementos portantes em aço) (OLIVER, 1956) (40) veio somar-se nos prédios mais importantes a instalação de redes de canalização e sprinklers alimentados por reservatórios especiais, configurando-se nestes casos a presença pioneira de sub-sistemas destinados especificamente a tal função.

3.4.5 - CONJUGAÇÃO DAS TRÊS ORDENS DE DEMANDAS NA VIABILIZAÇÃO DAS MUDANÇAS DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO OCORRIDAS NO PERÍODO

O exemplo de Chicago foi incorporado a este capítulo por constituir-se em um caso em que as ordens de fatores que dão impulso ao processo evolutivo das Técnicas de Edificação,

dada a rapidez com que tal processo ali ocorreu, fizeram-se sentir de maneira claramente perceptível.

Na multiplicação de arranha-céus ali registrada (foco de atenção da seção 3.4), são facilmente identificáveis os seguintes fatores de viabilização e sustentação:

- 1) O grau de importância que tiveram para a conformação dos processos construtivos utilizados em sua realização as funções específicas (e até certo ponto inéditas) que lhes foram designadas (**Vetor de Viabilização Funcional**);
- 2) As exigências de rapidez e eficiência que se fizeram sobre a atividade de sua construção, dadas a importância dos recursos ali envolvidos, a urgência das necessidades que e, ao mesmo tempo, as possibilidades de satisfação dessas exigências trazidas à realidade pelo elevado grau de desenvolvimento econômico-produtivo da sociedade estadunidense naquele momento (**Vetor de Viabilização Estrutural**);
- 3) O estímulo à maximização do aproveitamento da base fundiária vertiginosamente valorizada pela amplitude das perspectivas de acumulação de riqueza abertas pelo aceleradíssimo processo de urbanização (**Vetor de Viabilização Urbana**).

3.5 - CONCLUSÃO

A análise dos três momentos históricos feita neste capítulo buscou, pela sistematização dos fatos ocorridos em cada um deles segundo o modelo de abordagem introduzido no capítulo anterior, comprovar através de dados concretos a validade e a necessidade de integrarem-se em uma mesma visão as diferentes ordens de fatores que induzem e sustentam o processo de diversificação e viabilização das técnicas edificativas.

Em cada um desses períodos surgem exemplos expressivos de importantes mudanças técnicas que ocorreram e se sustentaram graças à conjugação dos fatores de ordem distinta, sendo inútil

e metodologicamente equivocado tentar estabelecer alguma forma de **preponderância** de algum (ou alguns) sobre os demais.

O primeiro destes exemplos é dado pela introdução e difusão do ferro fundido nas construções britânicas do final do Século XVIII e início do Século XIX. Neste caso, entre o desempenho comparativamente superior deste em relação aos demais materiais até então utilizados na execução dos sub-sistemas portantes (1), seu barateamento graças ao progresso dos transportes, da mineração do carvão e da siderurgia (2), e sua suposta maior resistência aos incêndios cujo risco havia sido potencializado pela elevada densificação urbana (3), seria possível estabelecer uma clara hierarquização de fatores que indicasse a maior importância de algum deles na viabilização desta mudança ?

A substituição da taipa pelo tijolo ocorrida em São Paulo a partir da metade do Século XIX fornece outro exemplo. Seria válida qualquer abordagem que procurasse afirmar a maior relevância enquanto fator de estímulo e viabilização dessa mudança técnica o melhor desempenho do tijolo enquanto elemento constituinte dos sub-sistemas portante, de planos envolventes e partições internas (1), a maior capacidade da mão-de-obra imigrada em utilizá-lo corretamente (2), ou a maior adequação do tijolo a uma ocupação mais densa dos lotes urbanos (3) ?

O surgimento e a multiplicação dos arranha-céus de aço, tijolos e vidro na reconstrução de Chicago colocam a mesma questão: adotaram-se essas práticas por haverem elas representado meios de melhorar o desempenho funcional dos edifícios enquanto objetos utilitários (1), porque a estrutura comercial e produtiva estadunidense tornara economicamente atraente a aplicação massiva de materiais de origem industrial (2), ou porque a acelerada densificação urbana e a especulação imobiliária a ela associada representaram estímulos irresistíveis à verticalização (3)? Haveria possibilidade objetiva de estabelecer-se entre essas três ordens distintas de determinação uma clara preponderância ou precedência de alguma frente às outras ?

A resposta que se dá ao longo deste capítulo à pergunta formulada nos três exemplos recém colocados é negativa; pela própria maneira como foram sistematizados os dados históricos aqui relatados procurou-se deixar explícita essa forma de abordagem e percepção do tema.

CAPÍTULO 4

4.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo constitui-se na tentativa de identificarem-se, entre o conjunto das técnicas edificativas atualmente correntes no Brasil, os traços mais importantes com os quais se possa fazer um desenho fiel da fisionomia desse conjunto e os fatores que exercem influência no estímulo e direcionamento de mudanças que estejam nela (fisionomia) ocorrendo ou que tendam a ocorrer.

Pretende-se, com essa tentativa, contribuir para a composição de um quadro panorâmico do atual estágio das técnicas de Edificação no País. Emprega-se para isso o modelo de sistematização apresentado no primeiro capítulo e utilizado no capítulo anterior como instrumento de análise de três momentos históricos definidos.

São dois os objetivos principais deste capítulo:

- 1) Comprovar a validade do modelo apresentado no primeiro capítulo enquanto instrumento útil à obtenção de um conhecimento abrangente e ordenado do conjunto das técnicas edificativas e de seu processo de diversificação, agora dentro dos limites dados por uma realidade presente e diretamente observável;
- 2) Reafirmar a necessidade deste tipo de conhecimento (abrangente), apontando a possibilidade aí encerrada de apreensão de relações e dimensões que por dizerem respeito à **totalidade** do fenômeno estudado, são fundamentais para a identificação de suas grandes tendências de mudança e para a definição precisa da moldura na qual deve enquadrar-se qualquer

intervenção concreta que sobre ela se pretenda realizar.

4.2 - TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO BRASIL E DEMANDAS FUNCIONAIS

4.2.1 - GRANDES GRUPOS TIPOLÓGICO-FUNCIONAIS

As técnicas edificativas atualmente em uso no Brasil apresentam um significativo grau de **diversificação**; um dos fatores geradores dessa diversificação é a existência de grupos tipológicos que se caracterizam e diferenciam a partir das diferentes funções que solicitam os seus edifícios a cumprir. A tais funções, que no âmbito do modelo de abordagem e análise proposto no primeiro capítulo remetem às **demandas relativas aos produtos da Edificação**, têm correspondido arranjos técnicos dotados de características específicas quanto aos materiais, equipamentos e mão-de-obra utilizados.

A identificação dos grandes grupos que permitem sua classificação é feita a seguir, com base nos principais grupos de atividades que se realizam nos grandes e médios centros urbanos do País:

- 1) Habitação;
- 2) Prestação de serviços;
- 3) Comércio;
- 4) Indústria.

Na definição de cada um destes grupos funcionais é possível identificar um dos mais fortes fatores de estruturação dos grandes grupos de alternativas técnicas em uso no Brasil.

4.2.1.1 - EDIFICAÇÃO DE PREDIOS HABITACIONAIS

A edificação habitacional tem sido tradicionalmente a que mais tem apelado a alternativas técnicas conservadoras; uma das explicações correntes encontradas para esse fenômeno é a de que aí, no morar, os costumes e exigências alteram-se qualitativa e quantitativamente com velocidade muito menor do que aquela com que mudam as atividades mais diretamente relacionadas à estrutura produtiva e econômica da sociedade.

Grande parte da rigidez à mudança no conjunto de demandas funcionais associadas ao morar decorre da resistência dos usuários a adotar alterações em atividades que são ditadas a partir de padrões culturalmente estabelecidos e consolidados.

Tal resistência à aceitação de alterações, tanto nas demandas funcionais que fazem parte dos programas de moradia, quanto nas soluções técnico-construtivas a elas dadas, faz-se sentir com maior força à medida em que aumenta o poder aquisitivo - o poder de escolha - da fatia de mercado atendido. Faixas economicamente menos favorecidas podem ser obrigadas a aceitar inovações tanto em um campo quanto no outro muitas vezes devido à sua impossibilidade de adquirir no mercado imobiliário ou de encomendarem sob medida residências mais adaptadas às suas expectativas, tal qual conseguem formulá-las.

4.2.1.1.1 - Sub-Sistemas Portante, De Partições Internas E De Cobertura

Na execução dos sub-sistemas que respondem pelas funções mais permanentes e simbolicamente essenciais ao morar - sub-sistemas portante, de partições internas, planos envolventes verticais e cobertura - raras têm sido as mudanças técnicas surgidas em resposta a alterações importantes no conjunto de demandas dirigidas ao seu desempenho funcional. Evidência da validade desta afirmação encontra-se no fato de que os padrões atualmente aceitos na avaliação do desempenho de materiais e componentes destinados às paredes internas, externas e às coberturas têm mantido como referência os resultados apresentados por materiais de uso milenar: os tijolos e as telhas cerâmicas.

Especificamente no que diz respeito ao sub-sistema portante, uma vez que as atividades e as cargas típicas da moradia têm-se mantido estáveis, verifica-se estabilidade correspondente no conjunto de exigências voltadas ao desempenho funcional.

4.2.1.1.2 - Sub-Sistemas De Instalações Hidráulicas E Sanitárias

Quanto aos sub-sistemas de distribuição e uso de água, de coleta e escoamento de esgotos, constata-se que o processo de sua incorporação aos edifícios de habitação iniciado ao final do século passado todavia não se consumou no Brasil; ainda que os recursos materiais e técnicos existam, e a noção de sua necessidade seja consensual, boa parte das residências atualmente construídas nas grandes e médias cidades brasileiras permanece desprovida desses sub-sistemas, devido à incapacidade que a estrutura sócio-econômica do País tem demonstrado no cumprimento da meta de dotar a totalidade das unidades residenciais de instalações hidro-sanitárias.

Ainda assim, a parcela de edifícios habitacionais construídos com dispositivos de atendimento a este tipo de necessidade tem sido numericamente suficiente para sustentar um contínuo processo de evolução e diversificação técnica das formas de resolução dos sub-sistemas hidráulico e sanitário. Uma das mudanças significativas aí ocorridas tem sido a progressiva substituição de materiais de uso tradicional (o cobre, o ferro fundido e galvanizado) por outros de origem mais recente (PVC, termo-plásticos). Em termos de resposta às demandas funcionais incidentes sobre estes sub-sistemas, tal mudança explicar-se-ia pela hipotética maior durabilidade destes novos materiais comparativamente àqueles tradicionais frente ao ataque dos efluentes quimicamente agressivos ali conduzidos. Este virtual desempenho superior dos novos materiais, entretanto, seria um fato a verificar objetivamente, a partir de padrões de desempenho previamente estabelecidos para este grupo de materiais e elementos construtivos.

4.2.1.1.3 - Sub-Sistema Elétrico

Algumas das mais importantes alterações registradas no conjunto de técnicas utilizadas na Edificação habitacional decorrentes de modificações das demandas voltadas ao desempenho funcional dos edifícios têm tido lugar na resolução dos sub-sistemas de instalações elétricas e de comunicações. A progressiva incorporação de aparelhos eletrodomésticos à

realização das tarefas da vida cotidiana e a crescente participação dos meios de comunicação e lazer eletrônicos têm ocasionado um significativo aumento da demanda média por capacidade instalada nas unidades residenciais; isso têm-se traduzido em permanente estímulo a mudanças que possibilitem o melhor desempenho funcional dos sub-sistemas diretamente responsáveis pela viabilização de tal tendência.

A substituição dos conduites metálicos por outros em plástico, a difusão de fios e cabos elétricos de maior capacidade de resistência ao fogo, a diversificação de dispositivos de bloqueio e controle da distribuição da corrente elétrica dentro de faixas de intensidade e potência compatíveis com o uso residencial são evidências concretas da extensão das modificações ocorridas nas formas de resolução destes sub-sistemas em resposta à permanente demanda pelo aprimoramento de seu desempenho funcional.

4.2.1.2 - EDIFICAÇÃO DE PRÉDIOS DESTINADOS A ATIVIDADES DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

As funções aí atendidas tendem a multiplicar-se à medida em que se torna mais complexa e dinâmica a estrutura sócio-econômica do País; edifícios que abrigam atividades educacionais, de saúde, diversões, cultura e lazer estão aí compreendidos. A parcela numericamente mais expressiva dos prédios construídos com tal destinação, no entanto, e que contribui decisivamente para a configuração de áreas expressivas do tecido das grandes e médias cidades brasileiras é feita de edifícios de escritórios, onde localizam-se agências bancárias e financeiras, consultórios médicos e de profissionais liberais em geral, repartições públicas, empresas de representações, intermediação e consultoria técnica.

A construção dos edifícios incluídos nesta classe tem-se revelado, em comparação à Edificação habitacional, bastante mais permeável à introdução de inovações técnicas; pode-se atribuir tal característica a dois motivos complementares que dizem respeito à sua própria natureza funcional:

- 1) Por serem eles suportes de funções intimamente integradas no universo das atividades econômicas, ficam diretamente expostos à evolução das demandas determinadas pela própria dinâmica da estrutura econômica;
- 2) Por funcionarem e serem percebidos por seus usuários basicamente como instrumentos utilitários, a carga simbólica que pesa sobre os edifícios residenciais fica atenuada sensivelmente, livrando-se de muitas das amarras de cunho cultural que inibem nestes a incorporação de novas funções ou novas formas de resolverem-se e agruparem-se antigas funções.

A intensa multiplicação de atividades terciárias que tem acompanhado a industrialização e modernização da economia brasileira, nomeadamente a partir da década de 1950, tem-se refletido na Edificação dos grandes e médios centros urbanos através da configuração de um grupo de soluções e alternativas técnicas cujas características específicas decorrem em grande parte do perfil do conjunto de demandas funcionais aí contempladas.

4.2.1.2.1 - Sub-Sistema Portante

A demanda por **flexibilidade** de ocupação dos espaços é aquela cuja contribuição tem sido mais decisiva na composição das alternativas técnicas utilizadas na construção de edifícios destinados a abrigar atividades de prestação de serviços. Essa necessidade perpassa as formas de resolução de cada um dos sub-sistemas funcionais, exercendo grande influência nos procedimentos de associação (compatibilização) entre todos eles (ou seja, no que diz respeito à Edificação enquanto processo de montagem).

No sub-sistema portante, a demanda por flexibilidade tem-se traduzido no aumento dos vãos livres médios (comparativamente à Edificação habitacional), maior padronização (eventualmente modulação) destes vãos em cada obra, e utilização intensiva de esqueletos portantes independentes dos sub-sistemas de partições internas e planos envolventes verticais; o conceito da **planta-livre** enquanto

solução técnica dada à função portante com vistas à maior flexibilidade de ocupação dos espaços interiores, portanto, encontrou nos edifícios de escritórios o campo mais fértil para sua aplicação.

O material intimamente associado à difusão dos esqueletos independentes e da planta livre no Brasil tem sido, desde o início deste século, o concreto armado. O expressivo desenvolvimento ocorrido no repertório de técnicas de emprego deste material tem encontrado na construção desta classe de edifícios sua mais ampla oportunidade de experimentação. Recursos como lajes nervuradas, lajes-caixão, lajes-cogumelo, vigas e placas protendidas em canteiro, têm sido sistematicamente aplicados na construção de prédios de escritórios, sempre com vistas ao ganho na flexibilidade de ocupação graças à redução de dimensões e incidência dos elementos de apoio vertical (pilares) e horizontais (vigas).

Enquanto partes do sub-sistema portante, as fundações têm estado submetidas a idêntico estímulo ao incremento de seu desempenho; o aumento dos vãos-livres, por significar redução do número de apoios por unidade de área, acarreta naturalmente uma correspondente concentração de carga nas fundações profundas, portanto tem sido aspecto fundamental do processo de adequação das práticas construtivas à demanda por flexibilidade de ocupação. Até há pouco, estacas de concreto vertido *in situ* constituíam-se na alternativa quase exclusiva para a execução de fundações profundas; houve uma apreciável diversificação dos equipamentos disponíveis no País para a escavação e injeção de concretos nesses elementos. Na década presente, entretanto, têm-se difundido outras técnicas baseadas na utilização de estacas metálicas e em concreto pré-moldado, o que além de representar um novo desdobramento do leque de escolhas possíveis para a realização desta parte dos sub-sistemas portantes, tem permitido estender esta forma de resolução das fundações às obras de pequeno porte.

Outro fator de ordem funcional a exercer estímulo permanente ao melhoramento dos recursos empregados na execução dos sub-sistemas portantes tem sido a necessidade de prover os

edifícios - principalmente os que abrigam grande quantidade de locais de trabalho - de espaços destinados à guarda e movimentação de automóveis; os vãos-livres mínimos e as cargas necessariamente associados ao atendimento desta demanda costumam constituir-se em condicionantes importantes à escolha das técnicas aplicáveis na resolução deste sub-sistema. Pelo fato de serem muito comuns os edifícios de escritórios que desenvolvem-se em vários pavimentos, e pela necessidade daí decorrente de conciliar as atividades de trabalho que tomam conta de alguns deles com a guarda de veículos reservada aos demais, fica automaticamente reforçada a exigência por flexibilidade de ocupação da totalidade dos pavimentos.

1.2.1.2.2 - Sub-Sistema De Partições Internas

Na resolução dos sub-sistemas de partições internas, a demanda por flexibilidade tem favorecido a multiplicação de alternativas construtivas baseadas no uso de elementos leves, de preferência aqueles cuja instalação e remanejamento possam ser feitos a seco; o resultado desta tendência tem sido uma apreciável variedade de soluções para execução de divisórias, caracterizadas pelo emprego de painéis de pequenas dimensões, boa parte deles modulados. O fibro-cimento, a madeira compensada e aglomerada, o aço, o alumínio e o vidro são os materiais mais empregados nesses elementos, e à diversidade de formas de incorporá-los às obras tem correspondido diversidade equivalente nos desempenhos oferecidos.

Normalmente, o critério que baliza a avaliação de seu desempenho é a capacidade de isolamento acústico. Esta depende não só das características inerentes ao material utilizado, mas das formas de resolução das juntas entre elementos e da maneira de associá-los aos elementos adjacentes integrantes dos sub-sistemas portante e de planos envolventes.

O que se deve enfatizar a respeito das alternativas correntes na execução dos sub-sistemas de partições dos edifícios destinados a atividades de prestação de serviços é a clara tendência aí verificável de substituírem-se materiais e elementos de características convencionais - alvenarias de

tijolos ou blocos, argamassas de assentamento, emboços e rebocos - por outros que permitam maior flexibilidade de alteração no período de utilização - painéis, montantes, perfis de acabamento, parafusos e regulagens telescópicas. Tal tendência, integralmente consumada nas áreas economicamente privilegiadas dos grandes e médios centros urbanos do País, ao mesmo tempo em que amplia continuamente seu raio de influência, deverá fazer com que melhore progressivamente o desempenho médio dos materiais e elementos cujo emprego dela se beneficia.

4.2.1.2.3 - Sub-Sistemas De Planos Verticais Envolventes E De Climatização Artificial

Efeito análogo ao verificado na resolução do sub-sistema de partições internas tem ocorrido no dos planos verticais envolventes; o emprego de materiais leves - o vidro, o aço e o alumínio - neste sub-sistema vem-se difundindo de maneira contínua há mais de três décadas, acabando por firmar-se uma quase automática associação de imagens entre os edifícios de escritórios e agências bancárias e as fachadas em alumínio e vidro, normalmente designadas fachadas-cortina (curtain walls).

Enquanto respostas a demandas de caráter funcional, as fachadas-cortina viabilizaram-se como instrumentos de maximização da captação de luz nos planos envolventes e de integração entre espaços internos e externos; nas condições climáticas brasileiras, no entanto, esta solução tem acarretado a exposição exagerada dos ambientes internos à radiação solar, ou seja, uma maior permeabilidade dos edifícios ao calor do meio ambiente. Este pára-efeito teve dois desdobramentos sucessivos na composição das demandas incidentes sobre o desempenho funcional dos produtos da Edificação:

- 1) Até a crise energética detonada pelos choques do petróleo ocorridos na década de 1970, a maior carga térmica absorvida (ou perdida) através das fachadas compensou-se pelo uso intensivo de meios mecânicos de condicionamento ambiental. Nos casos mais sofisticados, em que esses meios consistem de grandes unidades centrais climatizadoras conectadas

a redes de dutos ou tubulações que cobrem todos os espaços utilizáveis, os edifícios passaram a contar com um novo sub-sistema, destinado a cumprir uma função específica e diferenciada daquelas atendidas pelos demais. Nos edifícios mais simples, e naqueles cujas características do sub-sistema portante (pés-direitos, altura e incidência de vigas) não permitiram a implantação das redes de dutos e tubulações, substituíram-se os sub-sistemas de climatização artificial pelos condicionadores de ar de parede ou janela. Nestes casos, foram os próprios sub-sistemas de planos envolventes que passaram a ser dotados de instrumentos mecânicos com vistas ao seu melhor desempenho enquanto elementos reguladores da interação térmica entre espaços interiores e meio ambiente.

- 2) A partir da crise de energia que se sucedeu aos choques do petróleo da década de 1970, a solução mecânica à demanda por condicionamento ambiental adequado perdeu grande parte de seu fator econômico de viabilização. O repentino encarecimento da energia passou a provocar uma alteração qualitativa importante nas demandas incidentes sobre o desempenho funcional dos planos verticais envolventes; tem-se avolumado a exigência de que este sub-sistema apresente rendimento crescente enquanto instrumento regulador da interação entre ambientes internos e externos. Percebe-se atualmente uma clara tendência à reavaliação das alternativas técnicas empregadas na resolução dos planos envolventes, sendo possível prever que advirão daí alterações significativas nas características de execução e funcionamento das fachadas-cortina, uma vez que nelas são mais agudas as falhas de desempenho evidenciadas pelo novo contexto de disponibilidade energética. A rápida difusão dos vidros duplos dotados de uma camada intermediária refletora da radiação solar é sintoma inequívoco de

que um novo ciclo de acomodações já está em curso no campo das alternativas técnicas aplicáveis à resolução do sub-sistema de planos verticais envolventes dos edifícios de escritórios. De maneira análoga, alguns melhoramentos recentes conquistados pelos sub-sistemas de climatização artificial (operação informatizada, acúmulo de capacidade de refrigeração e aquecimento fora das horas de pico no consumo de energia) constituem-se em outra das evidências concretas de que a modificação qualitativa das demandas voltadas ao desempenho dos sub-sistemas diretamente responsáveis pelo consumo energético dos edifícios em sua fase de utilização está a estimular a mudança em suas características de operação e em suas formas de execução.

4.2.1.2.4 - Sub-Sistemas De Instalações Elétricas E De Comunicações

O incremento no uso de equipamentos eletro-eletrônicos nas atividades de prestação de serviços e a recente e firme tendência à informatização aí verificada têm exercido permanente estímulo à sofisticação das soluções empregadas na realização dos sub-sistemas de instalações elétricas e de comunicações no âmbito da Edificação voltada ao atendimento deste segmento do mercado. Ao aumento de capacidade instalada decorrente do uso intensivo desses equipamentos, tem-se somado a necessidade por recursos que proporcionem crescente flexibilidade de ocupação; o emprego de rodapés eletrificados, de redes e caixas de distribuição dos circuitos elétricos aparentes (não embutidos em paredes, lajes ou contrapisos), de calhas de distribuição das fiações, são alguns dos recursos técnicos desenvolvidos para atender tanto a uma quanto a outra demanda.

4.2.1.2.5 - Sub-Sistemas De Instalações Hidráulicas, Sanitárias E De Prevenção De Incêndios

As formas de realização dos sub-sistemas hidráulico e sanitário têm tido menor desenvolvimento no campo da Edificação destinada à prestação de serviços (à exceção de hospitais e

demais edifícios que abriguem atividades médico-sanitárias em escala intensiva). Ao sistema hidráulico, no entanto, tem cabido a função de dotar os edifícios de dispositivos de prevenção e combate a incêndios, e nos casos em que essa necessidade se faz mais vital e sua satisfação mais complexa, a prevenção de incêndios acaba por engendrar um sub-sistema específico. Redes de hidrantes e sprinklers, ante-câmaras de segurança, escadas enclausuradas, portas corta-fogo, luzes e sirenes de advertência, são o conjunto de elementos cuja incorporação aos edifícios não só configura o cumprimento de uma função particular mas constitui-se em condicionante de grande relevância aos processos construtivos enquanto formas de síntese das obras em sua totalidade.

4.2.1.2.6 - Sub-Sistema De Circulação Vertical

Por fim, devido à verticalização característica de uma parcela importante do volume de edifícios de escritórios construídos nas áreas mais valorizadas das cidades brasileiras, os elevadores tem aí encontrado campo fértil para a aplicação de seus aprimoramentos mais recentes. Todos esses aprimoramentos visam a aumentar a sua capacidade de transporte relativamente aos períodos de utilização, observadas as exigências de segurança. Desde o aumento puro e simples das dimensões das cabines e da potência dos equipamentos de suspensão, passando pela automatização e informatização de seu funcionamento, pelo uso de corrente contínua e de portas dotadas de dispositivos foto-sensíveis, os resultados obtidos têm-se traduzido em maior número de passageiros por viagem e em viagens de menor duração média; ou seja, redução das áreas reservadas ao transporte vertical relativamente aos fluxos médios de passageiros, estimados e reais.

4.2.1.3 - EDIFICAÇÃO DE PREDIOS INDUSTRIAIS

A grande diversidade de tipos de produção industrial atualmente existentes no Brasil, tem determinado igual variedade de características das demandas funcionais atendidas pela Edificação; isso significa que ramos distintos da produção

industrial têm exercido pressões diferenciadas sobre o desempenho de cada um dos sub-sistemas.

4.2.1.3.1 - Sub-Sistema De Cobertura

Um traço comum à maioria dos edifícios industriais é a **horizontalidade**: decorre ele da forma como se organiza e desenvolve normalmente o tipo de atividade que aí ocorre. Uma vez que horizontalidade implica uma grande proporção entre área de cobertura e área construída, é compreensível que ocorra neste segmento da Edificação um expressivo desenvolvimento de alternativas para a resolução do sub-sistema de cobertura. Associada à horizontalidade, e a reforçar o estímulo à busca de melhor desempenho das soluções aí empregadas, a ampliação dos vãos-livres é necessidade comum a grande parte dos programas construtivos industriais. Instalação e operação de equipamentos, estocagem e movimentação de matérias-primas e produtos, cada uma dessas instâncias dos processos industriais tende a ser comandada pelo princípio das economias de escala: a manifestação espacial desse princípio comum resulta na busca permanente pela supressão de obstáculos - apoios - e correspondente ampliação dos vãos-livres cobertos.

Os materiais mais utilizados nas coberturas de prédios industriais são o aço, o alumínio, o fibro-cimento e o concreto protendido; a cada um deles corresponde uma ampla gama de possibilidades de resolução de sua **sustentação** (função portante); vigas simples, em concreto, madeira ou perfis de aço, arcos e pórticos feitos dos mesmos materiais, treliças metálicas (em aço ou alumínio) planas ou espaciais. Muitas vezes os próprios elementos de cobertura são capazes de vencer grandes vãos, mercê ao elevado momento de inércia que lhes conferem seus perfis especialmente desenvolvidos para tanto; é o caso das telhas metálicas auto-portantes, das vigas W e vigas-calha em concreto protendido, das abóbadas executadas em concreto ou tijolo armado; os vãos aí obteníveis podem ir desde 15,00m (casos mais simples dos primeiros exemplos citados) até 50,00m (para os diferentes tipos de abóbadas).

4.2.1.3.2 - Sub-Sistema Portante

No que diz respeito às possíveis alternativas de resolução do sub-sistema portante propriamente dito, importantes avanços têm sido estimulados naqueles ramos industriais cujos processos produtivos baseiam-se na utilização de equipamentos móveis de grande peso e volume (pontes rolantes, talhas elétricas e gruas de grande potência, empilhadeiras). Nestes casos, à necessidade de atendimento da função portante e dos vãos-livres a ela associados, tem-se somado aquela decorrente das vibrações que a movimentação dos equipamentos recém citados impõe ao conjunto das partes constituintes dos edifícios. A resolução das juntas entre vigas e placas de piso, das superfícies de contacto entre elementos verticais e horizontais, a criação de dispositivos e materiais elásticos capazes de absorver tais vibrações e impedir sua propagação representam melhorias localizadas que significam, em seu conjunto, um aspecto a mais do processo de diversificação das técnicas de execução do sub-sistema portante, concretizado a partir do estímulo exercido por demandas funcionais presentes em um setor específico do mercado atendido pela Edificação.

4.2.1.3.3 - Sub-Sistema De Instalações Sanitárias

Nos ramos industriais em que os processos utilizados implicam a produção ou manipulação de substâncias quimicamente agressivas, os sub-sistemas responsáveis pela sua condução, armazenamento ou escoamento ficam naturalmente sujeitos à exigência de incorporação de materiais e técnicas de execução que lhes confirmem resistência crescente à degradação acelerada de suas partes que daí possa advir. Este tipo de demanda, ainda que ocorra com maior frequência na indústria química, não se limita a ela; a produção de celulose e a curtição de couros são alguns dos exemplos que escapam a esse grupo mais característico. Em consequência da busca de soluções para o problema ao qual se está a referir, têm-se introduzido novos materiais dotados de crescente resistência à efluentes agressivos - o PVC e plásticos similares, por exemplo - ao mesmo tempo em que vêm-se desenvolvendo novos tipos de tratamentos superficiais destinados a conferir maior

resistência aos materiais tradicionais, como o ferro fundido; tais tratamentos consistem na aplicação de tintas e vernizes protetores à base de resinas sintéticas cuja composição química tem semelhança com aquela dos plásticos utilizados na confecção de tubos, caixas de passagem e inspeção (resinas poliuretanas, por exemplo). Essas inovações, no entanto, não foram todavia suficientes para garantir a perspectiva de total substituição a curto ou médio prazo dos materiais tradicionais, como o próprio ferro fundido, o aço galvanizado e principalmente o cobre.

4.2.1.3.4 - Sub-Sistema De Filtragem E Renovação Do Ar

Enquanto nas indústrias cujos processos obrigam à manipulação de efluentes líquidos agressivos as tubulações e demais elementos que servem à sua condução ficam sujeitos a exigências particularmente críticas, naquelas onde o ataque mais grave à diferentes partes do edifício se dá pelo ar, através de emanções tóxicas igualmente agressivas, surge a necessidade de equipá-los com dispositivos destinados à exaustão e filtragem do ar, além do armazenamento e processamento dos resíduos agressivos ou poluentes. Em casos de maior complexidade deste tipo de demanda, acabam configurando-se sub-sistemas específicos dentro dos edifícios, constituídos por chaminés, dutos, exaustores, câmaras de precipitação e filtragem de emanções gasosas, que condicionam fortemente os programas construtivos e a compatibilização entre a totalidade dos sub-sistemas funcionais.

4.2.1.3.5 - Sub-Sistema Hidráulico

Quanto ao sub-sistema hidráulico, o que caracteriza a atividade industrial e as demandas que aí incidem sobre ele é a magnitude de escala quando comparada às necessidades que costumam ocorrer nos demais segmentos da Edificação.

As vazões, pressões e temperaturas médias características da atividade industrial são normalmente mais elevadas do que aquelas presentes nas redes de edifícios residenciais, comerciais e de serviços em geral; isso obriga a que na execução do sub-sistema hidráulico dos edifícios industriais se recorra com maior frequência aos termo-

plásticos, aos tubos, válvulas e conexões de alta resistência à pressão, aos recursos de solda e colagem dos diferentes elementos capazes de garantir ao conjunto das instalações desempenho equivalente àquele de cada uma de suas partes constituintes.

4.2.1.3.6 - Sub-Sistema Elétrico

Efeito similar verifica-se na resolução do sub-sistema elétrico dos prédios industriais; dadas as maiores correntes e potências que normalmente se fazem necessárias à operação dos equipamentos aí utilizados, a Edificação industrial acaba funcionando como um campo de provas destinado à introdução de cabos com maior capacidade de transmissão e isolamento, disjuntores, chaves bloqueadoras e quadros de distribuição aptos a trabalhar dentro de padrões recomendáveis de segurança com intensidades de corrente e voltagem bastante superiores às médias que ocorrem nos demais edifícios.

4.2.1.4 - EDIFICAÇÃO DE PREDIOS COMERCIAIS

Os sub-sistemas que têm estado sob permanente estímulo ao melhoramento de seu desempenho sob o influxo de demandas funcionais específicas deste tipo de edifício, são aqueles diretamente responsáveis pela possibilidade técnica de executarem-se grandes espaços fechados e muitas vezes climatizados artificialmente. Este tem sido o caso dos grandes super-mercados e armazéns, lojas de departamento e, mais recentemente e em número todavia pouco significativo, centros comerciais cobertos. Neste segmento da Edificação, à semelhança do que ocorre com os edifícios industriais, o contínuo aumento na escala de comercialização tem-se constituído em fator importante no estímulo à diversificação e aprimoramento das técnicas construtivas; explica-se parcialmente por aí a permanente busca por formas de execução dos sub-sistemas portante e de cobertura capazes de proporcionar grandes vãos-livres e proporcional flexibilidade de ocupação dos espaços.

Além da demanda pela ampliação dos vãos-livres, os grandes espaços comerciais têm-se constituído em campo

preferencial de aplicação de inovações nos sub-sistemas de climatização artificial. A instalação de grandes unidades climatizadoras, dotadas muitas vezes de sistemas de operação computadorizados, decorre diretamente da magnitude dos espaços a condicionar.

4.2.2 - DEMANDAS VOLTADAS AO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS

Entre as demandas de ordem funcional que estão a exercer influência no processo de diversificação e evolução das técnicas edificativas em uso no Brasil, tendem a ganhar relevância crescente aquelas dirigidas aos sub-sistemas cujo desempenho determina o grau de consumo de energia no período de uso dos edifícios - a saber, os sub-sistemas de planos verticais envolventes, de cobertura e de climatização artificial.

O incremento no nível de exigências compreendidas neste tipo de demandas tem-se feito sentir sobre a totalidade dos grupos funcionais recém descritos.

Este fenômeno, ao qual já se fizeram referências nas seções anteriores, está desempenhando papel de importância progressiva no condicionamento da escolha de materiais e elementos utilizados na execução dos planos envolventes e principalmente das coberturas (MASCARÓ, 1981; MASCARÓ, 1985) (37,34).

Multiplica-se atualmente a oferta de elementos de cobertura constituídos de camadas termicamente isolantes; é cada vez mais comum a execução de forros rebaixados dotados de camadas estanques de ar destinadas a cortar as correntes de convecção entre coberturas e espaços internos.

O poliestireno expandido, a lã-de-vidro, as lâminas de alumínio refletoras da radiação, a espuma de poliuretano são alguns dos materiais empregados na melhoria do desempenho térmico dos sub-sistemas constituintes das cascas envolventes dos edifícios.

Também as juntas resultantes da associação entre os elementos estão sujeitas a modificações, já que o desempenho

global da casca envolvente dos edifícios depende de que não se percam aí os ganhos de rendimento obtidos em cada um dos elementos isoladamente.

Evidência concreta de que o desempenho energético dos edifícios já é fator de peso na conformação das tendências que estão a orientar o processo de evolução técnica da Edificação encontra-se no fato de que os recursos técnicos mais sofisticados que se estão atualmente introduzindo nos grandes edifícios industriais, comerciais e de escritórios das cidades mais importantes do País - sistemas inteligentes de controle de funcionamento das unidades responsáveis por sua climatização e iluminação - destinam-se especificamente a reduzir o consumo médio de energia na fase de utilização desses mesmos edifícios. É de se supor que tal cunha aberta na Edificação por isto que é designado tecnologia de ponta tenda a ampliar-se e aprofundar-se, estendendo-se à operação dos sub-sistemas de planos envolventes e cobertura, tal qual já ocorre em países de desenvolvimento técnico mais avançado, como Alemanha Ocidental, França e EUA.

4.2.3 - O VETOR DE VIABILIZAÇÃO FUNCIONAL NO PROCESSO DE DIVERSIFICAÇÃO E EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO

O intenso desdobramento ao qual se têm submetido as técnicas de Edificação no Brasil, sob o influxo da multiplicação de necessidades a que devem atender os edifícios destinados aos vários grupos tipológico-funcionais identificados, confirma a relevância das demandas dirigidas aos produtos e ao seu desempenho funcional enquanto fatores de diversificação e sustentação das diferentes alternativas construtivas.

Fica desta forma não só caracterizada a maneira como se compõe e manifesta o vetor de viabilização funcional, mas enfatizado seu papel fundamental no estímulo e direcionamento do processo de conformação e evolução do conjunto de técnicas edificativas atualmente em uso no País.

4.3 - TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO BRASIL E DEMANDAS SOBRE OS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Da mesma forma que apontou-se na seção anterior a diversidade de demandas funcionais que incidem sobre as técnicas edificativas, provocando nelas uma correspondente diversificação de soluções e alternativas, é possível identificar no conjunto de demandas incidentes sobre o rendimento dos processos construtivos uma variedade análoga em natureza e intensidade. São variáveis as exigências de otimização no aproveitamento de cada um dos insumos utilizados nos processos construtivos; igualmente variável é a capacidade de retribuição aos insumos absorvidos pelos diferentes segmentos do mercado consumidor de edifícios. A essa diversidade de demandas, reforçando-a, contrapõe-se um amplo leque de alternativas aptas a aplicarem-se na execução das diferentes partes dos edifícios; mão-de-obra, materiais e equipamentos apresentam-se disponíveis com uma grande heterogeneidade de características e custos.

Da conjugação entre variabilidade de demandas e heterogeneidade de insumos, resulta um novo fator de multiplicação das alternativas técnicas disponíveis à Edificação, que vem somar-se ao efeito da variabilidade funcional examinada na seção anterior.

Passa-se agora a examinar a interação do processo de desdobramento e viabilização das alternativas técnicas da Edificação atualmente em marcha no Brasil com as demandas que se exercem diretamente sobre os processos construtivos com vistas à melhoria de seu rendimento; procede-se para isso à análise das manifestações dessa interação a partir do ponto de vista fornecido por cada um dos insumos intervenientes na composição das diferentes alternativas.

4.3.1 - MÃO-DE-OBRA

4.3.1.1 - PARCELA DO FUNDO COMUM DE MÃO-DE-OBRA CORRESPONDENTE À EDIFICAÇÃO NA ESTRUTURA SÓCIO-ECONÔMICA NACIONAL

Há razoável consenso entre os trabalhos produzidos nas últimas duas décadas (aproximadamente) em identificar a Construção Civil (e, dentro dela, a Edificação) como a atividade urbana responsável pela absorção da maior parcela da mão-de-obra desqualificada que habita a periferia das cidades brasileiras, especialmente as grandes (MASCARÓ, 1982) ⁽³³⁾. A Construção Civil, e especialmente à Edificação, tem correspondido, dentro dos grandes e médios centros urbanos brasileiros, a tarefa de propiciar aos migrantes recém chegados das zonas rurais e dos centros menores o instrumento mais comum de integração ao mercado de trabalho e a garantia de subsistência durante o período inicial da adaptação e fixação ao novo meio (WERNECK, 1978) ⁽³⁴⁾.

A partir deste papel tradicionalmente reservado à Edificação, duas características básicas têm sido apontadas para descrever o quinhão a ela reservado na partilha do fundo comum de mão-de-obra disponível às atividades econômicas no País nos últimos trinta anos:

- 1) abundância de oferta;
- 2) baixo nível médio de qualificação.

Devido à abundância na oferta desse fator, uma das conseqüências lógicas - e óbvias - tem sido a permanente depreciação de sua remuneração; a hora de trabalho dos operários da Edificação revela-se consideravelmente barata em sua média, em comparação com outros setores da economia, nomeadamente os mais avançados (MASCARÓ, 1982; MARICATO, 1984) ^(35, 36).

4.3.1.2 - REPERCUSSÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA MÃO-DE-OBRA NOS ARRANJOS TÉCNICOS

4.3.1.2.1 - Intensificação Da Mão-De-Obra

O baixo custo de incorporação da mão-de-obra tem representado, há mais de três décadas, um forte estímulo à

intensificação de sua incidência na composição da várias alternativas técnicas empregadas na Edificação. Tal como procurou-se explicitar ao longo do primeiro capítulo, na medida em que a estrutura sócio-econômica do meio considerado (no caso presente, o Brasil contemporâneo) veio apresentando super-oferta de um insumo específico (mão-de-obra), e em que, devido à abundância de oferta, a remuneração a esse insumo (ou seja, a retribuição exigida aos processos construtivos pelo meio sócio-econômico em troca do recurso cedido) vem-se mostrando baixa em comparação àquela dada aos demais, consolidou-se uma tendência entre os arranjos técnicos que ordenam estes processos à acomodação a tal condição (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984) (17). Essa acomodação concretiza a busca pela redução no valor dos recursos absorvidos na produção dos edifícios, ou seja, a busca pela maior **produtividade** dos processos construtivos.

A intensificação do fator mão-de-obra na composição dos arranjos técnicos correntes na Edificação brasileira tem-se traduzido na massiva presença de operários nos canteiros de obra; como regra válida para a maioria das etapas que compõe o ciclo completo de produção de cada edifício, ocorre um permanente estímulo ao emprego de materiais e elementos construtivos simples e de pequenas dimensões, cuja associação demande elevado aporte de trabalho humano. Na realização dos sub-sistemas de partições e planos envolventes, por exemplo, opta-se pelos tijolos e blocos assentados um a um. Naquelas partes dos sub-sistemas portantes não superpostas funcionalmente aos sub-sistemas de partições internas e planos envolventes, a utilização de elementos em concreto armado moldado *in situ* é a prática mais difundida, o que implica a intensiva incidência de mão-de-obra na confecção e montagem de formas e armaduras, além do apelo sistemático aos serões e viradas nos casos em que os serviços de concretagem não podem ser interrompidos nem concluídos dentro dos limites das jornadas normais de trabalho. Nos sub-sistemas hidráulico e sanitário, a execução das redes é feita geralmente de acordo às características específicas de cada obra, que obrigam a que a montagem se faça tubo por tubo, conexão por conexão; o emprego de trechos mais extensos de rede ou de árvores pré-montadas com

vistas à redução do trabalho de associação em canteiro é pouco comum.

A mesma tendência à intensificação da mão-de-obra verifica-se nas formas de execução dos serviços de acabamento dos diferentes sub-sistemas e de suas interfaces. A aplicação de materiais de revestimento cerâmicos e pétreos, comum nos serviços de acabamento de fachadas, pisos e partições internas das áreas úmidas, é um exemplo ilustrativo; sendo via de regra executada com elementos de reduzidas dimensões, assentados individualmente, acaba por tornar a observação de níveis, alinhamentos e prumadas tarefa delicada e de realização lenta.

4.3.1.2.2 - Redução Do Nível Médio De Qualificação Da Mão-De-Obra

Além do baixo custo de sua remuneração, no entanto, a qualificação média da mão-de-obra exerce também profunda influência na conformação das demandas que incidem sobre as técnicas edificativas com vistas ao grau e à maneira de incorporar este fator na composição de suas diferentes alternativas. Essa qualificação média é consensualmente definida na bibliografia voltada ao tema como **baixa** (VARGAS, 1979; MASCARÓ, 1982) (41.33). Implícita nessa definição está a constatação de que os operários brasileiros empregados na Edificação apresentam-se, em média, pouco habilitados à execução das tarefas que compõem os procedimentos que fazem parte das alternativas técnicas correntes; em outras palavras, isso significa que tais alternativas estão a exigir uma proporção entre horas de trabalho qualificado e total de horas de trabalho consumidas na produção de cada metro quadrado acabado que não encontra suporte no contingente de mão-de-obra disponível.

Tal defasagem entre necessidade média de horas de trabalho qualificado nos processos construtivos correntes e sua oferta no conjunto da mão-de-obra disponível às atividades econômicas dentro da realidade brasileira das últimas três décadas vem-se constituindo em poderoso condicionante sobre o processo de mudança e viabilização das alternativas técnicas aí presentes. O efeito exercido por esse condicionante tem-se

somado àquele oriundo da abundância do total de horas de trabalho disponíveis, sendo que a direção do efeito resultante é dada pela composição entre as direções de cada um dos anteriores.

Na medida em que têm permanecido estáveis as condições mais gerais da estrutura sócio-econômica brasileira (ou seja, em que permanecem a abundância de mão-de-obra e as suas características de qualificação), pode traduzir-se esta resultante pelo enfraquecimento do estímulo à substituição de mão-de-obra por equipamentos ou elementos construtivos mais complexos (segundo a possibilidade expressa pelo conceito de elasticidade de substituição) na composição das alternativas técnicas. Este enfraquecimento, por sua vez, aparece acrescido agora, entretanto, do estímulo associado de modificarem-se os processos construtivos com vistas à redução do grau de qualificação médio necessário à execução de suas tarefas constituintes (ou seja, com vistas à redução da proporção entre horas de trabalho qualificado e total de horas de trabalho consumidas).

4.3.1.3 - DOIS CASOS CONCRETOS DA INFLUÊNCIA DA MÃO-DE-OBRA NA CONFORMAÇÃO DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS

4.3.1.3.1 - Racionalização

As modificações concretas que a necessidade de redução relativa do número de horas de trabalho qualificado tem gerado sobre as alternativas técnicas da Edificação têm-se orientado pela busca generalizada da simplificação das tarefas e serviços em canteiro: há uma clara tendência, variável em intensidade de acordo com o grupo funcional do qual se esteja a tratar, à substituição de tarefas que exijam habilidade, capacidade de raciocínio e inventividade em grau pouco encontrado entre o operariado atuante na Edificação por outras que apelem a capacidades mais elementares e de rápido aprendizado.

Serviços que exijam grande precisão e meticulosidade de execução, principalmente nas fases de acabamento, vêm sendo progressivamente descartados em benefício de outros nos quais os controles de níveis, alinhamentos, e prumadas (além de

outros aspectos que sejam indicadores da **qualidade de execução**) possam ser feitos mediante dispositivos mecânicos que tornem dispensável a habilidade pessoal dos executores (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984) (13).

Essa tendência à simplificação dos serviços de canteiro é um dos traços marcantes na caracterização dos esforços de racionalização dos processos construtivos.

No que diz respeito ao insumo **mão-de-obra**, a racionalização tem significado a busca permanente de adequação ao nível médio de qualificação da mão-de-obra disponível e, dentro deste marco mais amplo, um esforço voltado à **otimização** de seu aproveitamento, sem que isto signifique, entretanto, uma alteração significativa no grau de equilíbrio entre este e os demais insumos intervenientes nos processos construtivos.

É possível interpretar-se as tendências associadas de simplificação dos procedimentos em canteiro e redução no consumo de mão-de-obra relativo aos metros quadrados produzidos como traduções de um esforço generalizado de **independizar-se** a qualidade dos produtos gerados (os edifícios) da qualidade (qualificação) de seus produtores diretos.

4.3.1.3.2 - Auto-Ajuda

Outro dos claros exemplos em que a forma de aproveitamento da mão-de-obra tem-se constituído em fator crucial na caracterização das alternativas técnicas adotadas encontra-se na Edificação de habitações destinadas às populações de baixa renda.

Esta faixa do mercado, dada a sua impossibilidade de adquirir ou encomendar residências executadas dentro de padrões de qualidade tecnicamente aceitáveis, tem sido forçada a buscar meios que permitam o barateamento de suas casas em cada um dos insumos intervenientes nos processos construtivos, a despeito da perda de qualidade que possa daí decorrer.

No que diz respeito especificamente à mão-de-obra, o reflexo desse fenômeno tem sido a difusão e o estímulo institucionalizado a práticas construtivas genericamente

designadas auto-ajuda, auto-construção ou mutirão (esta última em alusão à semelhança formais existentes entre estas práticas e aquelas existentes em pequenas comunidades urbanas e rurais ainda regidas por padrões tradicionais de convivência e solidariedade). Tais práticas consistem basicamente na assunção, pelos usuários, de grande parte das tarefas de execução de suas próprias moradias, delegando-se a profissionais (via de regra contratados de maneira informal) apenas aqueles serviços cuja realização dependa de um conhecimento mais aprofundado do trabalho por parte de seus executores (normalmente, os sub-sistemas elétrico, hidráulico e sanitário) (MARICATO, 1979; MARICATO, 1984; IPT, 1985) (27, 30, 23).

A generalização das práticas de auto-ajuda nos bairros localizados na periferia das cidades brasileiras tem significado um reforço ao rebaixamento na qualificação da mão-de-obra interveniente na construção de expressiva parcela dos metros quadrados de habitação produzidos anualmente no País. Isto, por sua vez, tem exercido impulso significativo em direção à busca de alternativas técnicas que viabilizem formas de construção baseadas no aproveitamento dessa mão-de-obra eventual e, por isto mesmo, pobremente qualificada (LIMA, 1987) (28).

O resultado aí obtido tem sido a formação de um grupo de soluções voltadas à realização de partes específicas dos edifícios (geralmente paredes, coberturas, lajes de piso e forro) baseadas no emprego de materiais e componentes cuja incorporação às obras depende o mínimo possível da interveniência de mão-de-obra qualificada ou de equipamento com um grau de sofisticação que prescinde de habilidades especialmente desenvolvidas para o seu uso (MARICATO, 1979) (29). Este é o caso, por exemplo, de alguns sistemas construtivos cuja solução dada à execução das paredes internas e envolventes baseia-se no uso de painéis de peso reduzido em tijolos cerâmicos armados, em argamassa armada, solo-cimento ou solo-cal; a indústria do fibro-cimento, por sua vez, desenvolve permanentemente linhas de produtos de pequenas dimensões e

utilização simplificada que podem servir indistintamente à execução de coberturas e paredes neste tipo de Edificação realizada sobre uma base de recursos extremamente limitada.

4.3.2.4 - HIPÓTESES DE MUDANÇAS NA MÃO-DE-OBRA DISPONÍVEL À EDIFICAÇÃO E POSSÍVEIS REPERCUSSÕES SOBRE O CONJUNTO DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

O volume total do contingente de mão-de-obra disponível à Edificação, bem como seu nível médio de qualificação, só poderão alterar-se significativamente em curto espaço de tempo se ocorrerem mudanças igualmente significativas nas condições gerais da estrutura sócio-econômica brasileira e nas condições mais específicas que definem as bases sobre as quais este setor produtivo disputa sua mão-de-obra com os demais setores.

Na hipótese em que estes, devido a virtuais modificações que possam ocorrer na estrutura sócio-econômica nacional, passem a absorver maiores quantidades de operários urbanos de baixa qualificação, acarretando uma escassez expressiva na oferta de mão-de-obra, haverá um proporcional encarecimento deste fator; automaticamente, formar-se-á sobre o processo de diversificação e viabilização das técnicas edificativas, com intensidade correspondente à escassez gerada, uma demanda pela substituição da mão-de-obra alocada nos canteiros por equipamentos ou por componentes construtivos mais completos e complexos (MASCARÓ, s/d) (34).

Excluindo-se esta hipótese, no entanto, a tendência mais plausível é a de que se mantenha o estímulo à racionalização dos processos construtivos, com vistas à otimização no aproveitamento do fator mão-de-obra, mas sem alterações de monta em seu equilíbrio frente aos demais insumos (salvo naqueles setores de ponta da Edificação).

Mesmo novos dados no campo da legislação e regulação trabalhista não deverão alterar significativamente (ao menos a curto prazo) a projeção feita acima; as práticas consagradas pelo mercado de trabalho no sentido a burlar imposições legais, extremamente comuns na Edificação (WERNECK, 1978) (44) tendem a permanecer em uso, continuando a funcionar como amortecedores

do impacto que elas (imposições legais) tenderiam a causar sobre o custo da mão-de-obra.

4.3.2 - MATERIAIS

Examinando-se o universo de materiais atualmente disponíveis à Edificação no Brasil à luz da influência que exercem sobre o conjunto de técnicas construtivas que deles se valem, constata-se que à sua variabilidade de características - peso, volume, complexidade e grau de acabamento) corresponde idêntica variabilidade nas formas de incorporá-los às obras.

Em linhas gerais, observa-se que coexistem atualmente na Edificação brasileira desde técnicas baseadas no uso de materiais próximos ao seu estado bruto e de pequenos elementos cujo processo - estritamente manual - de incorporação às obras demanda elevada incidência de trabalho, até outras que apelam a materiais de alto grau de complexidade e acabamento e a elementos de dimensões tais que implicam sensível redução no consumo de mão-de-obra e uso intensivo de sofisticados equipamentos de transporte vertical e horizontal. É bastante comum, aliás, a convivência de alternativas de naturezas tão díspares dentro de um mesmo canteiro.

Percebe-se que enquanto na execução de alguns subsistemas a variedade de características dos materiais empregados é apreciável (o que faz com que nesses casos a gama de alternativas possíveis se apresente em toda a amplitude acima descrita), em outros o leque de escolhas é comparativamente muito mais estreito, verificando-se nestes casos uma maior uniformidade de procedimentos e equipamentos utilizados.

Passa-se agora a tecer algumas considerações sobre o universo de materiais utilizados pela Edificação brasileira, ordenando-se essas considerações a partir dos diferentes subsistemas funcionais em cuja execução comparecem.

4.3.2.1 - MATERIAIS ATUALMENTE DISPONÍVEIS A EDIFICAÇÃO NO BRASIL

4.3.2.1.1 - Materiais Utilizados Nos Sub-Sistemas De Planos Verticais Envolventes E De Partições Internas

No sub-sistema de planos verticais envolventes, o leque de alternativas possíveis permite optar entre recursos extremamente convencionais - paredes em tijolos cerâmicos com suas aberturas guarnecidas por esquadrias de madeira incorporadas às obras segundo procedimentos vigentes no País há mais de um século - e outros de sofisticação muito mais acentuada - grandes painéis de vedação auto-portantes, feitos em alumínio ou fibras sintéticas, contando já com esquadrias, mantas de isolamento térmico e redes de conduites embutidas.

Entre estes dois exemplos extremos, a variedade de alternativas disponíveis é significativa: blocos de concreto simples ou leve, blocos cerâmicos, sílico-calcáreos ou em solo-cimento; paredes monolíticas em concreto, solo-cimento e mesmo em barro (a secular taipa, agora modulada e racionalizada); painéis leves em fibro-cimento, madeira mineralizada, PVC ou ferro-cimento, em dimensões variadas de forma a abrir o leque de equipamentos de suspensão utilizáveis; fachadas-cortina em alumínio e vidro; lambris metálicos ou plásticos; elementos em concreto armado simples ou protendido; elementos auto-portantes em metal, concreto ou fibro-cimento utilizáveis indistintamente em planos verticais e em coberturas.

Também as esquadrias utilizadas no fechamento dos planos de fachada apresentam diversidade similar de opções: ao mesmo tempo em que é significativa a oferta existente no mercado de peças prontas, produzidas industrialmente nos seus vários materiais constituintes (madeira, ferro, alumínio, PVC), em tamanhos padronizados escolhidos em catálogo, é ainda bastante comum a prática de fabricá-las artesanalmente, por encomenda e sob medidas especiais.

Para a execução das partições internas, dispõe-se, além de todas as alternativas já citadas para a resolução dos planos envolventes (à exceção naturalmente daquelas cuja característica principal é o predomínio de janelas e partes

móveis), de toda uma outra gama de escolhas aberta pelos vários sistemas de divisórias leves, aos quais já se fez menção na seção anterior.

4.3.2.1.2 - Materiais Utilizados No Sub-Sistema Portante

O atendimento à função portante tem-se feito no Brasil pelo uso intensivo do concreto armado, tanto em elementos pré-fabricados industrialmente quanto nos pré-fabricados em canteiro ou naqueles simplesmente moldados *in situ*.

Entre os pré-fabricados industrializados, dispõe-se atualmente de uma significativa variedade dimensional de elementos destinados a trabalhar à flexão (vigas, vigas-calha, lajes); estes são muitas vezes protendidos, tornando-se assim capazes de vencer vãos superiores àqueles transponíveis por peças simplesmente armadas e de dimensões equivalentes; nos elementos a serem submetidos à compressão, usa-se naturalmente o concreto simplesmente armado.

Paralelamente ao largo uso do concreto armado, as alvenarias continuam a ser bastante utilizadas no cumprimento da função portante; os elementos aí utilizados são naturalmente aqueles que, entre os citados como passíveis de emprego em partições internas e planos verticais envolventes, permitem a estes sub-sistemas desempenhar simultaneamente uma e outra função.

O aço, cujo uso na Edificação esteve no Brasil até muito recentemente restrito às coberturas e sub-sistemas portantes em grandes pavilhões, vem recentemente ampliando sua utilização em outros tipos de edifícios; graças a esta diversificação, às convencionais vigas e treliças planas fabricadas sob medida para a execução de coberturas de pavilhões de grande e médio porte têm-se somado em escala crescente os perfis industrializados de grande capacidade portante. À medida em que aumenta a oferta deste tipo de perfis, deve crescer seu uso na execução dos sub-sistemas portantes de edifícios de múltiplos pavimentos.

A simultânea capacitação de outros setores industriais (química, tintas, materiais isolantes) em fornecer recursos

eficazes na sua proteção contra o fogo e contra a corrosão deve funcionar como fator suplementar de sustentação de seu processo de difusão enquanto material de emprego técnica e economicamente viável na resolução dos sub-sistemas portantes.

Já o emprego da madeira nos sub-sistemas portantes tem-se mantido restrito àqueles tipos construtivos onde seu uso é mais tradicional: sustentação de coberturas em grandes pavilhões comerciais, esportivos e (em escala reduzida) industriais, ou de coberturas e entre-pisos de pequeno porte em edifícios com até dois pavimentos.

Entre os elementos constituídos por este material tem havido melhoria de qualidade e diversificação de escolha; simultaneamente à permanência no mercado de peças similares às existentes há mais de um século, ainda serradas e bitoladas segundo o sistema inglês de pés e polegadas, vem crescendo a fabricação de elementos industrializados de madeira colada. O aprimoramento das colas, tanto no que diz respeito à sua resistência física quanto ao ataque de agentes orgânicos agressivos, bem como o desenvolvimento de vernizes e tintas protetoras de madeira às intempéries têm tido papel de grande importância na sustentação e ampliação do uso da madeira nas técnicas edificativas.

Também o alumínio tem sido utilizado nos sub-sistemas portantes, ainda que em casos bastante específicos: treliças espaciais de sustentação de coberturas de grandes vãos-livres em pavilhões de exposição e outros programas construtivos episódicos.

4.3.2.1.3 - Materiais Utilizados No Sub-Sistema De Cobertura

O elenco de materiais utilizados na resolução das coberturas compreende, tanto quanto aqueles utilizados nos sub-sistemas portante e de planos verticais, uma gama que vai desde pequenos elementos de uso secular até outros de grande porte tornados disponíveis a partir do estágio mais avançado da indústria de materiais de construção do País.

No grupo constituído pelos elementos tradicionais destacam-se as telhas cerâmicas; tanto as produzidas em olarias

artesanais quanto aquelas oriundas de indústrias automatizadas implicam, nos canteiros de obra, elevada absorção de trabalho manual na montagem de madeiramentos e na própria colocação das telhas em suas posições; há aí, em contrapartida, uma total independência em relação ao uso de equipamentos de suspensão ou fixação sofisticados. Enquadram-se ainda neste grupo de elementos pequenas telhas feitas em cimento e fibro-cimento que, ao reproduzir as características formais e dimensionais das telhas cerâmicas, acabam tendo para os processos construtivos a mesma repercussão em termos de consumo de mão-de-obra e materiais suplementares que aquela advinda do emprego das próprias telhas cerâmicas.

Em uma escala de complexidade crescente, colocam-se a seguir as telhas de maiores dimensões e produzidas segundo processos e a partir de matérias-primas de características industriais. O fibro-cimento, o aço galvanizado, a fibra-de-vidro e o alumínio utilizam-se na confecção de elementos de cobertura que, por terem capacidade auto-portante maior que a das telhas cerâmicas e similares, implicam a simplificação dos sistemas de sustentação e dos procedimentos de montagem necessários ao seu emprego. Já nesta faixa de vãos (compreendida aproximadamente entre 1.00m e 10.00m) empregam-se, para a montagem e fixação dos elementos, parafusos, arruelas e massas plásticas de vedação, o que representa uma sofisticação de recursos em relação às formas de execução dos telhados tradicionais.

Esta faixa de elementos caracteriza-se por dispor da oferta associada de peças padronizadas de acabamento - rufos, algerozas, pingadeiras - que tornam possível a total substituição das peças tradicionais de funilaria produzidas artesanalmente e de acordo com as medidas específicas de cada obra.

Lajes de concreto submetidas a tratamentos impermeabilizantes (mantas à base de borrachas de origem sintética ou pinturas asfálticas) podem ser consideradas como um grupo de alternativas que se colocam em faixa equivalente

àquela representada pelos perfis auto-portantes de vãos intermediários.

Os elementos que viabilizam o grupo mais avançado de alternativas de execução de coberturas são os perfis auto-portantes capazes de vencer grandes vãos (da ordem entre 15.00m e 30.00m). Os perfis aqui empregados são feitos em concreto protendido ou aço galvanizado, sendo que devido às suas dimensões são não raro produzidos junto aos próprios canteiros de obra.

O elenco de alternativas de execução de coberturas de grandes vãos (30.00m - 50.00m) conta ainda com aquelas baseadas na realização de abóbadas em concreto ou tijolos cerâmicos armados, ou em elementos de concreto protendido já em seus locais de funcionamento definitivo (ou seja, sem o recurso à pré-fabricação). Tais soluções, no entanto, tendem a ficar cada vez mais restritas a obras episódicas de representação simbólica.

Entre os materiais utilizados na confecção de elementos de cobertura, o fibro-cimento conquistou total predomínio frente aos demais ao longo das últimas duas décadas e meia. Esta situação, no entanto, que se deve à grande variedade de elementos feitos deste material e perfeitamente adaptáveis aos poucos recursos com que conta a Edificação habitacional destinada às classes economicamente desfavorecidas, deverá sofrer radical transformação a médio prazo; tal perspectiva confirmar-se-á na medida em que venha a aplicar-se no País a proibição já existente em países mais avançados (EUA, Canadá, França e Alemanha Ocidental) de fabricação de produtos à base de asbestos, devido às graves doenças pulmonares causadas por estes materiais nos operários ocupados em sua fabricação e manuseio.

4.3.2.1.4 - Materiais Utilizados Nos Sub-Sistemas De Instalações Hidráulica, Sanitárias E Elétricas

No caso destes sub-sistemas, verifica-se que a diversidade de elementos é significativamente menor do que aquela existente para os sub-sistemas recém examinados.

Para o sub-sistema hidráulico, o aço galvanizado e o PVC são os materiais preferenciais constituintes das tubulações existentes no mercado. Mesmo nas redes de água quente, a crescente presença dos termo-plásticos (polipropileno e poliestireno) tende a limitar a aplicação do material tradicionalmente aí empregado, ou seja, o cobre. Já as conexões, válvulas e dispositivos de controle das vazões e pressões d'água são geralmente padronizados; como regra, modificações que aí ocorrem e se mostram proveitosas em termos de simplificação dos procedimentos de montagem em canteiro tendem a ser rapidamente adotadas pela totalidade dos produtos concorrentes entre si.

Uniformidade de materiais e elementos similar à que caracteriza as formas de execução do sub-sistema hidráulico verifica-se também para o sanitário, sendo que a maior parte das observações feitas sobre aquele valem para este. Os materiais aí empregados são o PVC, o ferro fundido, o cobre, o fibro-cimento e a grês, sendo a aplicação destes dois últimos bastante restrita. O PVC é virtualmente a única alternativa possível em alguns segmentos da Edificação; na habitacional, por exemplo, certos elementos como caixas de gorduras e ralos são atualmente disponíveis, em sua esmagadora maioria, neste material; o ferro fundido, o cobre e o polipropileno, especialmente os dois últimos têm seu uso reservado a edifícios em que detritos e efluentes são de natureza mais agressiva do que os normais nas habitações (hospitais e indústrias, por exemplo).

Também entre os aparelhos sanitários verifica-se o alto grau de padronização; as diferenças existentes entre marcas e linhas diversas são superficiais, resumindo-se a aspectos formais (desenho, cores); os equipamentos e acessórios necessários à sua instalação e funcionamento, no entanto, não costumam apresentar disparidades significativas em seus aspectos essenciais.

No que diz respeito ao sub-sistema elétrico, verifica-se um grau de homogeneidade de materiais e equipamentos similar àquele já apontado para os sub-sistemas hidráulico e sanitário.

Entre os condutas, percebe-se uma progressiva substituição daqueles em aço por outros feitos em plástico, flexíveis ou não; os metálicos tendem a ver seu uso restrito a programas funcionais onde a rede de eletrodutos fique rotineiramente exposta a impactos capazes de ameaçar a integridade física dos dutos plásticos. Mais recentemente tem-se utilizado nas instalações elétricas suspensas em lajes de forro, em substituição aos eletrodutos convencionais, calhas destinadas a abrigar as fiações.

Além destas, outro tipo de elemento cuja oferta tem-se diversificado nos últimos cinco anos têm sido aqueles destinados a instalações elétricas expostas (não embutidas): canaletas e eletrodutos, caixas de passagem, tomadas e interruptores com características de fixação que tornam-nos aptos a serem aplicados diretamente sobre as superfícies de forros e paredes já acabados.

4.3.2.2 - CONFIGURAÇÃO DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS E DAS DEMANDAS SOBRE OS PROCESSOS CONSTRUTIVOS A PARTIR DOS MATERIAIS DISPONÍVEIS À EDIFICAÇÃO

A expressiva diferença entre variabilidade de materiais disponíveis à execução dos vários sub-sistemas é o fator que permite que coexistam, muitas vezes dentro de uma mesma obra, técnicas extremamente conservadoras, semelhantes às vigentes no País há cerca de 150 anos, com outras que indicam uma tendência de maior aproximação da Edificação aos procedimentos característicos das indústrias mecânicas e seriadas de médio grau de avanço técnico (emprega-se aqui o termo médio por ser enorme a distância que separa as técnicas edificativas - mesmo as mais sofisticadas - dos processos produtivos vigentes nos setores industriais de ponta).

4.3.2.2.1 - Influência Dos Materiais E Elementos Construtivos Sobre As Formas De Execução Dos Diferentes Sub-Sistemas

Examina-se a seguir o efeito que exerce a diversidade de materiais na configuração das diferentes alternativas de execução de cada um dos sub-sistemas funcionais.

4.3.2.2.1.1 - Formas De Execução Dos Sub-Sistemas De Planos Verticais Envolventes E De Partições Internas

Via de regra, enquanto a utilização de elementos de pequenas dimensões e pouca padronização leva à adoção de alternativas técnicas baseadas em grandes aportes de mão-de-obra e baixos índices de mecanização, o uso de outros (elementos) de características opostas costuma depender de potentes equipamentos de suspensão, além de basear-se em formas de fixação e de acabamento mais sofisticadas e menos intensivas em mão-de-obra.

Na execução dos sub-sistemas de planos envolventes e de partições, as técnicas baseadas no uso de tijolos e blocos enquadram-se no primeiro dos casos acima referidos; mesmo aqueles produzidos industrialmente, sob rígido controle de qualidade e regularidade dimensional apontam para arranjos de caráter convencional, ainda que permitam processos construtivos mais organizados e racionais.

Já os painéis divisórios e de vedação oferecem uma gama de possibilidades construtivas muito mais ampla; enquanto aqueles mais simples, em madeira ou fibro-cimento, podem ser facilmente movimentados por apenas dois homens utilizando-se apenas de sua própria força, sendo fixados e arrematados muitas vezes com o auxílio de pregos e mata-juntas, os de grandes dimensões feitos em concreto armado simples ou protendido requerem obrigatoriamente o emprego de potentes equipamentos de suspensão (da ordem de dezenas de toneladas), além de contarem nos processos de sua fixação e arremate com materiais e recursos mais sofisticados como solda elétrica, injeção de caldas à base de cimentos de alta resistência e uso de borrachas e selantes oriundos da indústria química e petroquímica para a vedação e arremate das juntas.

Ainda no que tange à execução de fachadas, a variabilidade de esquadrias disponíveis no mercado corresponde variabilidade equivalente em suas formas de fixação; enquanto as janelas de características convencionais - sejam elas em madeira, ferro ou alumínio - são incorporadas às obras através de marcos e contra-marcos chumbados às paredes adjacentes,

obrigando a meticolosos trabalhos de recorte em alvenaria ou em elementos de revestimento no seu arremate, as fachadas-cortina têm suas esquadrias aparafusadas ou rebitadas em seus montantes metálicos que cobrem muitas vezes alturas equivalentes a mais de um pavimento, sendo as juntas aí existentes arrematadas por perfis plásticos ou metálicos padronizados e produzidos industrialmente.

4.3.2.2.1.2 - Formas De Execução Do Sub-Sistema Portante

Na configuração das formas de execução dos sub-sistemas portantes, o efeito exercido pela diversidade de materiais e elementos é similar àquele recém descrito para os sub-sistemas de planos envolventes e de partições internas.

As alternativas mais convencionais aí compreendidas são as alvenarias portantes, os esqueletos metálicos e de madeira montados com elementos de pequenas dimensões e os esqueletos de concreto armado moldados *in situ*.

No caso das três primeiras que foram acima mencionadas, sua configuração é similar àquela das técnicas de execução de planos envolventes e partições internas baseadas no aproveitamento de materiais e elementos constituintes similares.

Já os esqueletos em concreto armado convencionais constituem-se em campo de aplicação de procedimentos particulares e de grande relevância no conjunto de técnicas construtivas em uso no Brasil. A execução e montagem de formas e armaduras aí necessárias, bem como o próprio lançamento do concreto fresco às formas estão entre as etapas dos ciclos construtivos que mais consomem horas de trabalho manual. Algumas das inovações de uso relativamente recente neste campo - sistemas de formas e escoramento modulados e racionalizados, telas de aço pré-soldadas para armaduras de lajes e muros - constituem-se em meios de redução do consumo de mão-de-obra nestas etapas, sendo nestes casos necessário apelar ao uso de equipamentos auxiliares - principalmente os de suspensão - que normalmente são prescindíveis nos casos em que as formas, escoramentos e armaduras executam-se sob medida em canteiro.

O extremo oposto de sofisticação das alternativas técnicas utilizadas na execução dos sub-sistemas portantes configura-se a partir da utilização de grandes elementos pré-fabricados - seja em aço, madeira, concreto ou alumínio - tanto junto aos canteiros quanto em usinas. Nestes casos, torna-se indispensável o recurso aos equipamentos de suspensão mais potentes entre aqueles atualmente disponíveis à Edificação para a condução dos elementos aos seus locais de instalação e funcionamento; paralelamente, os materiais e procedimentos utilizados em sua fixação e solidarização aproximam-se daqueles mencionados para os grandes painéis de fachada e de partição.

4.3.2.2.1.3 - Formas De Execução Do Sub-Sistema De Cobertura

O efeito exercido pelos diferentes tipos de elementos construtivos e materiais sobre as formas de execução do sub-sistema de cobertura é análoga àquele mencionado para os sub-sistemas até aqui examinados nesta seção.

As alternativas que se estruturam sobre a utilização de elementos de pequenas dimensões - sejam eles telhas cerâmicas, metálicas, de cimento ou fibro-cimento - correspondem ao extremo inferior da escala de evolução formada pela totalidade das possibilidades aí existentes.

A fixação destes elementos feita um a um, mediante o uso de pregos, parafusos, cola ou argamassa, com o auxílio de serrotes, martelos ou colheres de pedreiro caracteriza-se como um arranjo de simplicidade extrema no que tange aos materiais e equipamentos utilizados e de elevado consumo de horas de trabalho por metro quadrado coberto.

À medida em que aumentam as dimensões e a capacidade de auto-sustentação dos elementos de cobertura utilizados, configuram-se alternativas de sofisticação crescente; cada elemento incorporado significa um número comparativamente maior de metros quadrados cobertos, e os recursos necessários à sua movimentação e fixação ficam sujeitos a um proporcional aumento de complexidade.

A isto corresponde a redução do número de horas trabalhadas por metro quadrado; poupa-se mão-de-obra não só na

fixação de cada elemento propriamente dito, mas na simplificação dos trabalhos necessários à sua sustentação, dados os maiores vãos-livres por eles transponíveis.

Nesta escala crescente na sofisticação de recursos materiais e decrescente na demanda por mão-de-obra, encontram-se no extremo mais evoluído as técnicas baseadas no uso de grandes elementos de cobertura capazes de transpor vãos-livres da ordem de trinta metros.

Uma vez que cada elemento destes pode responder pela cobertura de áreas da ordem de $40.000m^2$, a redução de mão-de-obra aí possível mostra-se significativa. Os equipamentos de suspensão necessários à movimentação de semelhantes elementos, no entanto, bem como as exigências que se fazem para sua correta e segura fixação ganham em complexidade e custo de maneira proporcional à redução de mão-de-obra alcançada.

4.3.2.2.1.4 - Formas De Execução Dos Sub-Sistemas De Instalações Hidráulicas, Sanitárias E Elétricas

À maior padronização que caracteriza o conjunto de elementos disponíveis à execução destes sub-sistemas corresponde menor variabilidade nos processos de sua associação e incorporação às obras.

No sub-sistema hidráulico, a substituição do aço galvanizado e do cobre pelo PVC e pelo PP tem permitido uma série de simplificações de procedimentos nos processos construtivos. O menor peso dos elementos constituídos por estes materiais de uso mais recente torna seu transporte e manuseio em canteiro mais fácil e, portanto, menos oneroso.

A montagem das redes, por outro lado, tanto nos casos em que se usam ligações coladas quanto naqueles em que se opta pelas rosçáveis, é muito mais rápida e fácil que nas alternativas baseadas no uso do aço galvanizado e do cobre; o primeiro destes exige chaves e equipamentos mais pesados, tanto na junção entre tubos quanto na feitura de rosças (nos tubos plásticos, ao contrário destes, o uso de tarraxas manuais é perfeitamente possível). Quanto ao cobre, a necessidade de soldas a quente na execução de suas ligações acarreta maior

demanda de tempo na montagem das redes, além de apelar a um tipo de habilidade da mão-de-obra pouco comum entre os operários da Edificação.

Para as formas possíveis de resolução do sub-sistema sanitário, valem em linhas gerais as observações feitas para o sub-sistema hidráulico. Os ganhos propiciados pela adoção de elementos em PVC e PP realizam-se pela substituição do cobre (tal qual no sub-sistema hidráulico) e do ferro fundido; as observações quanto à simplificação de junções e conexões, bem como quanto à facilidade de manuseio de elementos mais leves reforçam-se no caso do ferro fundido.

Ainda a respeito da execução do sub-sistema sanitário, a mesma homogeneidade de procedimentos que se verifica na execução das redes de tubos, ralos e caixas de inspeção ocorre nas etapas de instalação das louças, já que, conforme afirmou-se anteriormente, além das diferenças superficiais de desenhos e cores, constata-se nestas uma grande padronização de exigências quanto a equipamentos (ferramentas) e formas de incorporação às obras.

Entre os três sub-sistemas que ora se examinam, o de instalações elétricas é aquele cujas formas de realização apresentam maior uniformidade. Mesmo entre programas de necessidades significativamente desiguais em natureza e magnitude, a padronização dos elementos incorporados neste sub-sistema acaba por reduzir a variabilidade entre as técnicas utilizadas na execução de uns e outros. As formas de junção entre eletrodutos, a instalação de chaves, interruptores e tomadas, os procedimentos utilizados na inserção de fios e cabos nas redes de conduites revela grande identidade em sua essência, a despeito das diferenças entre escalas de demandas que aí possam ocorrer.

As únicas instâncias em que ocorrem variações de monta na realização dos sub-sistemas elétricos a partir de diferenças significativas entre os elementos aí incorporados ocorre na instalação de câmaras de transformadores de alta tensão.

4.3.2.2.2 - Influência Dos Materiais E Elementos Sobre As Formas De Realização Da Síntese Construtiva

A convivência de materiais de construção de diferentes características quanto à sua natureza e forma de produção tem-se constituído em forte condicionante aos possíveis arranjos das técnicas edificativas, principalmente no que diz respeito ao aspecto de **compatibilização** entre os sub-sistemas, ou seja, à Edificação enquanto **síntese** de materiais e procedimentos de naturezas distintas.

4.3.2.2.2.1 - Incompatibilidade Dimensional Entre Elementos

Uma das fontes mais importantes na geração de condicionantes e obstáculos à compatibilização entre elementos e sub-sistemas constituinte dos edifícios tem sido a falta de **padrões de medidas** comuns capazes de permitir a **coordenação dimensional** ou **modular** entre os múltiplos elementos e componentes aproveitados (SKOYLES, 1987) (30).

A aleatoriedade dimensional existente entre os elementos que aportam aos canteiros faz dos procedimentos de corte, recorte e desbaste uma necessidade permanente no processo de síntese dos edifícios; é por aí que se obtém a compatibilização entre elementos produzidos em bases dimensionais distintas. O sistemático recurso a tais operações, por sua vez, tem ocasionado dois efeitos simultâneos e característicos de grande parte dos canteiros do País:

- 1) A intensificação do consumo de mão-de-obra, já que o acabamento final dos elementos construtivos é feito em canteiro de forma totalmente manual;
- 2) A contínua produção de rejeitos, surgindo daí a razão de uma tarefa que acompanha o desenrolar de todos os ciclos construtivos: a remoção do entulho constituído por esses rejeitos (MELIGHENDLER, 1987; MASCARÓ, 1989) (30, 31).

A possibilidade de que padrões dimensionais ou modulares passassem a regular a produção dos elementos utilizados nos canteiros de obra faria com que os efeitos decorrentes dos fenômenos recém apontados tendessem a atenuar-

se; esta possibilidade, no entanto, remete diretamente à capacidade de regulação e controle sobre os processos produtivos utilizados na indústria de materiais de construção. Dessa íntima dependência entre capacidade de regulação dos processos da indústria de materiais e o grau de padronização dimensional dos elementos construtivos (não só dimensional, mas também de qualidade) decorre em grande medida o fato de conviverem nos canteiros elementos de naturezas tão distintas; enquanto os produtos oriundos de setores oligopolizados da indústria de materiais apresentam um grau de padronização apreciável (graças à maior possibilidade de controle proporcionada pela concentração industrial), entre aqueles cuja produção está a cargo de setores industriais pulverizados impera a variabilidade.

4.3.2.2.2 - Incompatibilidade Entre As Naturezas Dos Diferentes Processos

Duas conseqüências importantes decorrem da convivência de materiais e procedimentos heterogêneos nos canteiros:

- 1) Cria-se uma tensão entre tendências contraditórias de direcionamento e conformação das técnicas edificativas. Alguns materiais e elementos, por serem produzidos segundo padrões dimensionais e de qualidade passíveis de serem estendidos à totalidade dos elementos construtivos (em geral aqueles empregados nos sub-sistemas hidráulico, sanitário e elétrico, as esquadrias e divisórias leves e elementos de cobertura seriados) impulsionam as técnicas a assumir a natureza dos processos vigentes nas indústrias tipicamente montadoras de grandes unidades funcionalmente complexas (indústrias aeronáutica, naval, ferroviária, automobilística e de trailers).

Outros, no entanto, ao apresentarem natureza e dimensões particulares, não sujeitando-se a qualquer norma dimensional e de qualidade partilhada pelos demais elementos aos quais deverão necessariamente associar-se na feitura dos edifícios, forçam os

processos construtivos a manterem-se ancorados aos modelos manufatureiros mais convencionais, caracterizados pela ligação contínua de pequenas partes ajustadas umas às outras graças ao aporte intensivo de trabalho manual e improvisado. É o caso, por exemplo, dos tijolos, blocos e telhas produzidos fora de qualquer padrão dimensional, da grande parte dos elementos cerâmicos e pétreos de revestimentos, das peças de madeira ainda hoje bitoladas em pés e polegadas;

- 2) Pelo fato de serem as diferentes alternativas de técnicas de Edificação a síntese dos meios utilizados na execução de cada uma das partes constituintes dos edifícios, o processo de evolução de seu perfil resultante passa a ser travado pelas técnicas assentadas no consumo de materiais cuja incorporação e compatibilização com o restante das partes demanda elevadas doses de trabalho manual e improvisado. À maneira da resistência final de uma corrente, dada pela resistência de seu elo mais fraco, o ritmo de produção dos processos construtivos (sua produtividade face ao tempo) fica limitado pelo ritmo de execução daquelas partes nas quais utilizam-se os materiais e elementos que exigem os maiores aportes de trabalho e tempo para sua incorporação às obras.

Prova evidente da procedência disto que se está aqui a afirmar encontra-se na típica desaceleração do ritmo produtivo que costuma ocorrer ao longo dos ciclos construtivos quando se passa de fases baseadas em elementos padronizados e procedimentos racionalizados (por exemplo, execução dos acabamentos internos e externos em zonas adjacentes às fachadas-cortina feita à base de recortes e ajustes executados em argamassa e/ou elementos de revestimento pétreos ou cerâmicos).

4.3.2.2.3 - Caracterização Da Síntese Construtiva Nos Canteiros De Obra Nacionais

Da necessidade de compatibilizar elementos e procedimentos de naturezas díspares, e da marca que as alternativas mais convencionais imprimem à síntese construtiva consideradas como um todo, decorre uma característica comum aos processos construtivos tal qual ocorrem nos canteiros de obra do País: o emprego sistemático de formas de associação entre elementos e de resolução das interfaces entre os sub-sistemas e destes com os espaços utilizáveis baseados na colagem e nas ligações irreversíveis das partes constituintes dos edifícios.

O predomínio desta via de realização da síntese construtiva faz com que as técnicas de Edificação no Brasil mantenham-se ainda afastadas dos processos industriais de montagem, permanecendo mais afeitos àqueles tradicionais de moldagem ou fusão de grandes conjuntos monolíticos típicos dos processos sob medida.

Um dos fatores de sustentação e estímulo a esta característica encontra-se provavelmente na preponderância que o cimento tem tido no universo de materiais de construção em uso no País.

A larga difusão deste material entre os canteiros de obra e o correspondente acúmulo de capacitação da mão-de-obra no trato das diferentes formas de empregá-lo têm exercido forte influência no sentido a empurrar os arranjos técnicos em direção às formas de associação monolíticas e irreversíveis, mesmo nas instâncias em que isto não proporciona melhor desempenho funcional da parte executada.

4.3.2.3 - PERSPECTIVAS DE MUDANÇA NO UNIVERSO DE MATERIAIS E ELEMENTOS UTILIZADOS PELA EDIFICAÇÃO NO BRASIL

A possibilidade que mudanças significativas venham a ocorrer em curto e médio prazo no conjunto de materiais e elementos utilizados pelas diferentes técnicas edificativas no País repousa em duas hipóteses distintas:

- 1) Que novos materiais e elementos ou novas formas de uso de materiais e elementos convencionais venham a

viabilizar-se a partir das pesquisas que ora se realizam no campo da tecnologia de materiais destinados especificamente à Edificação;

- 2) Que a partir das pesquisas que estão realizando em campos diversos da Edificação ocorram rearranjos de monta no perfil da oferta de materiais convencionais à Edificação graças à sua substituição nos setores industriais de ponta por outros de desenvolvimento mais recente.

Na primeira hipótese estão incluídas as novas alternativas desenvolvidas para o uso do cimento e do concreto (elementos de argamassa armada, adição ao concreto de fibras e agregados de origem vegetal ou oriundos de rejeitos industriais, diferentes possibilidades de uso do solo-cimento); as formas não predatórias de utilização da madeira, pelo aproveitamento de recursos oriundos de florestas cultivadas de pouca idade; os recentes avanços obtidos na pesquisa de usos mais racionais e otimizados das alvenarias de tijolos e blocos.

A segunda hipótese remete a possibilidade que a crescente utilização de novos materiais pelas indústrias situadas na ponta mais avançada do desenvolvimento tecnológico (novas ligas metálicas, plásticos reforçados) acabe deslocando a oferta de materiais convencionais - o aço, o alumínio, a fibra-de-vidro e o PVC - em direção aos setores marcados pelo avanço tecnológico mais lento - entre eles a Edificação.

As hipóteses recém formuladas implicam a perspectiva de que modificações no elenco de técnicas edificativas em uso no País que possam vir a ocorrer em resposta a demandas voltadas à efetividade dos processos construtivos formadas a partir dos materiais oferecidos à Edificação; ambas encerram duas possibilidades:

- 1) Que algum ou alguns dos novos materiais e/ou novos usos dos materiais convencionais venham a se mostrar eficazes enquanto instrumentos de redução dos custos de construção por metro quadrado, mantidos estáveis os padrões de desempenho aí existentes;

- 2) Que algum ou alguns dos novos materiais e/ou novos usos dos materiais convencionais venham a permitir que, mantidos estáveis os custos de construção por metro quadrado, obtenha-se aí expressiva elevação em seus padrões de desempenho.

O significado comum às duas (possibilidades) é o de potenciais ganhos de produtividade nos processos construtivos capazes de advir de virtuais alterações que venham a ocorrer no elenco de materiais aí intervenientes.

4.3.3 - EQUIPAMENTOS

A constatação da variedade de equipamentos disponíveis à Edificação completa a assertiva que vem-se fazendo ao longo deste capítulo acerca da diversidade de alternativas técnicas utilizadas atualmente neste setor produtivo no País.

Aos diferentes graus de consumo de mão-de-obra e de complexidade dos materiais e elementos construtivos empregados, têm correspondido diferentes graus de complexidade dos equipamentos utilizados e de intensidade em sua utilização, ou seja, diferentes graus de capitalização na composição das alternativas de técnicas edificativas. Nota-se, entretanto, que enquanto na execução de algumas partes e sub-sistemas dos edifícios é possível contar com equipamentos sofisticados que permitem grande redução no consumo de mão-de-obra, em outros a gama de alternativas é mais estreita, não oferecendo uma margem significativa à intensificação da mecanização dos procedimentos construtivos.

4.3.3.1 - EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS À EDIFICAÇÃO NO BRASIL

Os equipamentos atualmente presentes nos canteiros de obra do País podem classificar-se a partir das operações que cumprem, conforme examina-se a seguir.

4.3.3.1.1 - Transporte Vertical E Horizontal

Os equipamentos deste grupo atualmente em uso no Brasil variam desde os mais elementares (por exemplo, roldanas movidas por cordas, carrinhos de mão) até gruas e pórticos instalados sobre trilhos ou auto-guindastes; enquanto aqueles dependem

diretamente da força física de seus operadores, estes rompem totalmente com tal dependência, possibilitando a movimentação de elementos de grandes dimensões (como vigas de 30.00m de comprimento) e pesos da ordem de dezenas de toneladas.

A maioria dos canteiros das grandes e médias cidades brasileiras, no entanto, caracteriza-se por contar com equipamentos de pequena potência (em torno de tonelada), tais como elevadores de obra convencionais e guinchos; decorre daí um dos mais rígidos limites à difusão de técnicas baseadas no uso intensivo de elementos e componentes pré-fabricados (em usina ou *in situ*) de grande peso e volume. O maior número de exemplos que fogem a esta regra localiza-se na Edificação industrial.

4.3.3.1.2 - Escavação, Movimentação De Terra E Regularização Dos Terrenos

Os equipamentos empregados nestes serviços são idênticos àqueles da construção pesada; retro-escavadeiras, moto-niveladoras, pás mecânicas e caminhões-caçamba fazem com que nesta fase das obras em canteiros de grandes dimensões a Edificação confunda seus procedimentos e sua base técnica com aqueles da Construção Pesada. Permanecem todavia sendo largamente usados procedimentos seculares baseados exclusivamente na força humana auxiliada por equipamentos de uso secular, como pás, picaretas e carros de mão; é possível (e comum) ocorrer em um mesmo quarteirão da periferia ou do centro de qualquer cidade brasileira a presença simultânea de alternativas tão díspares.

4.3.3.1.3 - Execução De Fundações

Repete-se nesta instância quase que integralmente o quadro descrito na seção imediatamente anterior. As técnicas que formam o pólo mais desenvolvido da escala de alternativas próprias à execução de fundações contam com equipamentos de porte e características semelhantes àquelas dos equipamentos destinados à movimentação de terra. Perfuratrizes, bate-estacas, dispositivos de grande porte que permitem a perfuração e a injeção de concreto simultaneamente na execução de estacas

profundas tornam possível que se cumpra esta etapa dos ciclos construtivos de maneira totalmente mecanizada, entrando a mão humana apenas no comando dos equipamentos e na necessidade eventual de manter em suas posições de trabalho e cravação pontas de mangotes injetores de concreto ou estacas pré-moldadas e metálicas. No pólo oposto desta escala, aparecem os mesmos recursos e procedimentos seculares usados na movimentação de terra e baseados exclusivamente na força humana. É comum que se apele a esses recursos elementares na realização de fundações superficiais (sapatas corridas, alicerces em blocos de pedra, tubulões), principalmente em canteiros de pequenas dimensões. Mais recentemente têm surgido equipamentos de pequeno porte destinados à execução de micro-estacas em canteiros restritos e pouco propícios à movimentação dos equipamentos convencionais de maiores dimensões.

4.3.3.1.4 - Concretagem De Elementos In Situ

Este grupo de serviços goza da mais ampla gama de escolhas entre os equipamentos atualmente utilizados na Edificação nacional.

Para a execução de formas, a diversidade de materiais constituintes é notável: madeiras maciças simplesmente serradas, compensados industrializados com diferentes acabamentos superficiais (resinados, plastificados), metal (aço, alumínio), fibra de vidro e resinas sintéticas. Variam ainda não só os materiais constituintes, mas também as dimensões: desde aquelas feitas em pequenas peças de madeira transportáveis por um homem e ajustadas aos seus locais de utilização mediante procedimentos elementares de carpintaria, até grandes painéis içados aos locais de concretagem com o auxílio de guias e mantidos em posição correta através de sistemas de regulagem telescópica, parafusos e borboletas. Junto com as próprias formas variam seus sistemas de escoramento; usam-se desde pontaletes em madeira roliça e peças de pinho simplesmente serradas até sistemas tubulares associados a treliças moduladas de madeira e perfis metálicos.

Já para a tarefa de lançamento do concreto às formas, além da maneira mais convencional de fazê-lo com pás e enxadas (procedimento ainda presente em grande número de canteiros de pequeno porte), existem caçambas especiais que podem ser içadas até os locais de concretagem por guias e guinchos, ou bombas compressoras capazes de lançar o concreto através de mangotes reforçados para resistir a altas pressões até alturas equivalentes a edifícios com vinte pavimentos; vibradores elétricos são utilizados nestas operações com vistas a auxiliar a acomodação da massa de concreto fresco às formas, tanto naquelas de grande profundidade (pilares, vigas, paredes) quanto em placas horizontais (neste caso utilizam-se régua vibratórias).

O expressivo desenvolvimento dos equipamentos de concretagem verificado nas últimas duas décadas no País deve-se a duas causas complementares:

- 1) A necessidade de acelerar os ciclos construtivos, de maneira a torná-los mais efetivos do ponto de vista de sua capacidade de remunerar os capitais aí investidos;
- 2) A busca de redução dos custos decorrentes do uso predatório da madeira, que exerceu forte estímulo à difusão de sistemas de formas e escoramento reutilizáveis. Neste aspecto, o crescente emprego de aditivos aceleradores de pega do concreto, além dos já citados equipamentos de mesma função, tem-se justificado enquanto meio de otimização no aproveitamento dos recursos constituídos pelas formas e pelos capitais nelas empregados.

4.3.3.1.5 - Plataformas Provisórias De Trabalho

Este tipo de equipamento é um dos mais característicos da Edificação.

Andaimes e suas estruturas de sustentação, balancins e seus acessórios constituem-se no conjunto de recursos cuja existência decorre diretamente do grande porte das obras, bem

como de sua precária adequação ao papel de suportes de sua própria fabricação.

Para este tipo de equipamento, a oferta tem apresentado um desenvolvimento relativamente recente (aproximadamente 25 anos) e de grande significado. Vem-se registrando a evolução de uma situação inicial em que a execução destas plataformas baseavam-se no uso improvisado e predatório de elementos de madeira - esteios, caibros, tábuas e guias - para outra em que cresce a disponibilidade de elementos metálicos padronizados e modulares, cuja montagem, fixação, movimentação e desmontagem baseiam-se em procedimentos menos intensivos em mão-de-obra e de maior precisão no controle de níveis e prumadas, além de contraventamentos mais seguros: encaixes alternados, regulagens telescópicas e apoios sobre roldanas são os mecanismos aí utilizados.

4.3.3.1.6 - Ferramentas

Além dos equipamentos recém enumerados, registra-se na Edificação nacional, com frequência cada vez mais significativa, o uso de ferramentas, muitas delas elétricas e não raro dotadas de refinamento técnico. Entre estas, encontram-se furadeiras de capacidades variáveis, pistolas destinadas à introdução de fixadores metálicos nos elementos de concreto, rebitadoras, aparelhos de solda, tarraxas elétricas, esmerilhadeiras e politrizes utilizadas no corte e acabamento de elementos cerâmicos e pétreos, lixadeiras para pisos frios ou de madeira.

Tais exemplo, tanto quanto as ferramentas de uso secular (pás, picaretas, martelos, serrotes), funcionam enquanto instrumentos prolongadores da mão humana, dependendo de sua força e/ou habilidade para a definição do ritmo e da qualidade do trabalho realizado; não chegam portanto a caracterizar uma significativa substituição de mão-de-obra por equipamentos na composição da base técnica que organiza os processos construtivos. Essas ferramentas funcionam, na exata medida de sua sofisticação e eficiência, enquanto instrumentos capazes de auxiliar na obtenção de maiores índices de

produtividade e mais altos padrões de qualidade em processos construtivos intensivos em mão-de-obra, sem no entanto alterar radicalmente este traço essencial.

4.3.3.2 - PERSPECTIVAS DE MUDANÇAS NO CONJUNTO DE EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA EDIFICAÇÃO

A natureza e a intensidade das alterações que poderão ocorrer na forma com que ingressam os equipamentos na composição das diferentes alternativas técnicas da Edificação nacional dependem diretamente das perspectivas de mudanças anteriormente levantadas para mão-de-obra e materiais, conforme a noção já explicitada da interação e mútua determinação dos insumos (secção II.2.2.2.d).

Não reside apenas aí, entretanto, o fator de definição das perspectivas de mudanças na utilização do insumo que se examina nesta secção; uma vez que os equipamentos significam a materialização do capital na matriz técnica da Edificação (secção II.2.2.2.c), também da disponibilidade deste (capital) dependerá a definição daquelas perspectivas às quais recém se aludiu.

Este vínculo, bem como outros que a ele associados completam a configuração do vetor de viabilização estrutural das técnicas edificativas, é o que se passa a examinar na secção a seguir.

4.3.4 - COMPOSIÇÃO DO VETOR DE VIABILIZAÇÃO ESTRUTURAL

Uma importante corrente de análise da Edificação no Brasil tem procurado identificar o papel desempenhado por aspectos da estrutura sócio-econômica nacional no condicionamento das alternativas técnicas aí utilizadas.

Segundo o modelo de classificação proposto no primeiro capítulo desta Dissertação, tal grupo de análises centra sua atenção nas formas de acomodação das técnicas edificativas às demandas que se fazem sobre os processos construtivos a partir das macro-condições do meio em que se inserem e dos recursos que dele extraem.

As características comumente apontadas nos processos construtivos por esta corrente de análise são (1) o baixo nível de mecanização das técnicas aí empregadas, associado à intensidade de mão-de-obra (2A) e à baixa produtividade deste insumo (2B).

As macro-condições identificadas como responsáveis por tal perfil das técnicas construtivas são (1) a carência da economia brasileira de capital disponível à aplicação em investimentos produtivos que exijam longos prazos de retorno, especialmente na área da Edificação, (2A) o reduzido volume de demanda efetiva por unidades construídas (entendida demanda efetiva como aquela capaz de remunerar adequadamente os recursos mobilizados para sua satisfação), associada esta segunda condição ao comportamento errático e imprevisível constituído por esta mesma demanda (2B) (FERREIRA, 1975; SILVA, 1986) (12.51).

As três condições recém apontadas (1, 2A e 2B) associar-se-iam aquelas anteriormente mencionadas da excessiva oferta de mão-de-obra de baixa qualificação (3) e das características básicas dos materiais e elementos construtivos disponíveis à Edificação (4), vindo a configurar-se, a partir daí, o **Vetor de Viabilização Estrutural**, tal qual age sobre o universo das técnicas construtivas atualmente no Brasil.

Passa-se a seguir a descrever em maior detalhe o encadeamento de fatores acima esboçado.

4.3.4.1 - DISPONIBILIDADES DE CAPITAL E CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO NACIONAL DE EDIFÍCIOS

A carência de capital há pouco referida é a tradução da incapacidade que a sociedade brasileira tem mostrado em amparar financeiramente a encomenda, construção e aquisição de edifícios em volume compatível com as necessidades nacionais.

Paralelamente, a variabilidade do fluxo de capital canalizado para este setor é a grande responsável pela irregularidade de comportamento da demanda. Esta irregularidade tem significado a alternância de momentos de consumo intenso

com outros de acentuada retração da demanda, fora de qualquer ritmo previsível.

4.3.4.2 - DEFINIÇÃO DAS POSSIBILIDADES DE CAPITALIZAÇÃO DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS A PARTIR DAS CARACTERÍSTICAS DO MERCADO

Dentro de condições marcadas por semelhante aleatoriedade de comportamento, têm ficado inviabilizadas quaisquer alternativas baseadas na ampliação da capacidade produtiva via mecanização dos processos construtivos; os prazos de maturação aí exigidos, por serem tipicamente longos, fazem crescer perigosamente os riscos de enfrentarem-se crises de demanda antes da total recuperação dos capitais investidos em equipamentos (MASCARÓ, 1982) (33).

4.3.4.3 - ACOMODAÇÃO DOS DEMAIS INSUMOS INTERVENIENTES NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS AO GRAU DE CAPITALIZAÇÃO

A instabilidade do mercado e à carência de capital tem-se somado a abundância de mão-de-obra na formação de um impulso que tem forçado a composição da matriz das técnicas edificativas em direção a arranjos que maximizam a utilização do fator abundante e barato em detrimento daquele escasso e caro.

Materiais e elementos construtivos completam o ciclo de acomodações dos arranjos técnicos, evoluindo e diversificando-se em direção a características que exigem aos processos de sua incorporação às obras que assentem-se (1) no consumo intensivo de trabalho com a menor qualificação média possível e (2) no maior grau alcançável de independência em relação à utilização de equipamentos capazes de representar custos fixos (capital investido) elevados e de recuperação arriscada.

4.3.4.4 - SEGMENTAÇÃO DO MERCADO DE EDIFÍCIOS EM SETORES DE DIFERENTES CARACTERÍSTICAS

O breve panorama que foi acima esboçado tem sua procedência e aplicabilidade variáveis de acordo com o grupo tipológico-funcional do qual se esteja a tratar.

Pode-se considerar que o grupo formado pela Edificação Habitacional é aquele que mais se enquadra na descrição feita,

dado que grande parte das observações ali contidas têm sido formuladas a partir da análise deste segmento específico do mercado.

Já nos setores da Edificação voltados à produção de prédios industriais, comerciais e de prestação de serviços o perfil das técnicas edificativas correntes afasta-se deste padrão.

Uma das hipóteses possíveis para explicar o comportamento diferenciado da Edificação no atendimento aos setores mencionados no parágrafo acima é que, pelo fato de estarem diretamente engajados no processo de geração e circulação de bens e riquezas, possuem maior capacidade de retribuição imediata aos recursos neles investidos (neste caso, maior capacidade de retribuição imediata aos recursos investidos na construção de edifícios destinados ao atendimento de suas necessidades) (OSEKI, 1982; SILVA, 1986) (41.51).

Esta maior capacidade de retribuição estaria permitindo à Edificação voltada a tais setores receber aportes de capital mais expressivos relativamente aos metros quadrados produzidos; estes maiores aportes, por sua vez, viriam acompanhados de um maior estímulo à capitalização da matriz representativa dos arranjos técnicos aí empregados (ou seja, aos recursos oferecidos estaria correspondendo a formação de uma demanda específica sobre os processos construtivos, diretamente relacionada à capacidade de retorno dos capitais investidos nos setores aqui examinados).

O que interessa enfatizar aqui é a identidade que se verifica atualmente no cenário da Edificação nacional entre a diferenciação das demandas exercidas pelos vários grupos tipológico-funcionais sobre os processos construtivos e a necessária diferenciação das demandas que aí se formam sobre os edifícios e seu desempenho enquanto complexos funcionais.

4.3.4.5 - COMPOSIÇÃO ENTRE OS VETORES DE VIABILIZAÇÃO ESTRUTURAL E FUNCIONAL

A rápida explanação feita ao longo da presente seção (4.3.4) limitou-se a resumir parte dos fenômenos apontados em

reflexões que se fazem sobre a Edificação no Brasil segundo um prisma de análise macro-econômico, procurando ao mesmo tempo apontar os reflexos destes fenômenos sobre as alternativas técnicas aí utilizadas.

A partir dela, no entanto, verificam-se e confirmam-se duas das noções constituintes do modelo de classificação e abordagem proposto no primeiro capítulo desta Dissertação.

A primeira delas é a que identifica o capital como **veículo catalisador** da interação e mútua determinação entre (1) o perfil da demanda por edifícios, (2) a capacidade produtiva das indústrias de equipamentos e materiais de construção e, por fim, (3) a capacidade produtiva da Edificação propriamente dita, a partir do perfil das técnicas construtivas nela empregadas. (seção II.2.2.3)

A segunda das noções verificadas é a da interação das demandas funcionais com as demandas voltadas aos processos construtivos na conformação das diferentes alternativas técnicas da edificação, ou seja, da **composição entre os vetores de viabilização funcional e de viabilização estrutural** na definição das tendências que orientam o processo de permanente diversificação e evolução a que estão sujeitas as técnicas de Edificação em seu conjunto (seção II.3.2).

Resta agora averiguar como tem ingressado nesta composição o vetor de viabilização urbana, que completa o conjunto de fatores que se supõem sejam fundamentais à conformação deste processo.

4.4 - TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO NO BRASIL E DEMANDAS DE ADEQUAÇÃO AO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

Durante os últimos trinta anos, completou-se o processo de transferência da maioria da população brasileira das áreas rurais para os centros urbanos. A distribuição entre população rural e urbana evoluiu de 63,8% e 36,1% respectivamente em 1950 para 27,3% e 72,6% em 1985 (IBGE, 1986) (14). Desta, 54,7% estão em cidades com 200.000 habitantes ou mais, (dados estimados -

1985), o que dá uma medida bastante fiel da intensidade do recente processo de urbanização brasileiro e de seu grau de concentração.

Todas estas cidades, à medida em que pelas condições específicas de cada uma atravessam rápidos surtos de dinamização econômica e aumento populacional, têm apresentado em seu processo de crescimento físico e de densificação na ocupação de seus sítios padrões de comportamento similares àqueles identificados nas cidades inglesas da Revolução Industrial, em São Paulo nas épocas mais prósperas do ciclo do café e em Chicago na virada do século passado para o atual.

O rápido aumento populacional (em função das migrações campo-cidade e de décadas seguidas de altas taxas de natalidade) e o incremento das necessidades daí decorrentes têm gerado desequilíbrios entre procura e oferta de equipamentos e benfeitorias urbanas - locais de moradia, de trabalho, de comércio e produção. Tal quadro de desequilíbrio tem-se constituído em campo fértil para a especulação imobiliária e o padrão de crescimento físico das cidades brasileiras sujeitas a essa conjugação de fenômenos tem sido sua fiel manifestação.

4.4.1 - CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NAS GRANDES E MÉDIAS CIDADES BRASILEIRAS

4.4.1.1 - DIVERSIFICAÇÃO FUNCIONAL E HETEROGENEIDADE DE DENSIDADES

Em uma visão simplificada deste padrão, percebe-se a formação de anéis concêntricos de densidades que decrescem à medida em que se amplia seu raio relativo aos centros principais, constituídos em geral pelos sítios de origem das cidades. Os mais altos graus de densidade dão-se geralmente nestes centros; a verticalização acentuada das construções faz com que se destaquem claramente do restante das zonas urbanas.

Em cada uma das zonas de densidade e grau de verticalização específicos constata-se normalmente a aglomeração de funções urbanas diferenciadas; nos centros mais densos localizam-se preferencialmente as atividades de

prestação de serviços, destacando-se os bancários e financeiros; nos anéis de densidade imediatamente inferior costumam encontrar-se atividades de comércio, em geral associadas à habitação em menor escala. À medida em que há um afastamento dos núcleos urbanos, densidade e verticalização tendem a atenuar-se, passando a ser dominado por edifícios residenciais, em geral consorciados ao pequeno comércio e a uma gama de serviços que atendem as necessidades cotidianas dos habitantes.

A atividade industrial, ali onde ganha algum peso, costuma localizar-se em áreas urbanas particularmente favorecidas por boas condições de acesso ao tráfego pesado necessário ao seu abastecimento de insumos e ao escoamento de sua produção. Essas áreas adquirem feições próprias, predominando aí os edifícios de acentuada horizontalidade geralmente circundados por amplos espaços abertos reservados à movimentação de cargas e à estocagem de matérias-primas; é comum inclusive que nessas mesmas áreas ou junto a elas multipliquem-se os grandes depósitos e armazéns destinados a estoques de grande volume. As densidades de ocupação dessas áreas resultam caracteristicamente baixas quando comparadas àquelas predominantes no restante das zonas urbanas.

É importante que se enfatize que a progressiva rarefação do tecido urbano em direção à periferia das cidades, tal qual acaba de ser descrita, corresponde a uma visão esquemática do fenômeno. No caso representado pelas grandes e médias cidades brasileiras, ela não se dá de maneira ordenada e contínua. Ocorrem zonas de baixa densidade em anéis próximos aos núcleos principais, consolidam-se canais de alta densidade (dominados geralmente por atividades comerciais e de prestação de serviços) que perfazem a ligação entre os vários anéis concêntricos e dão um caráter tentacular ao processo de expansão urbana (WILHEIM, 1969) ⁽⁴⁵⁾, multiplicam-se os núcleos que tendem a reproduzir em pontos dispersos do tecido urbano, em escala reduzida, as funções desempenhadas pelos núcleos principais normalmente assentados sobre os sítios originais das cidades. Esta última particularidade é típica das regiões

metropolitanas formadas atualmente em torno das maiores capitais de estado brasileiras; ainda que o conjunto de cada uma dessas grandes aglomerações seja sempre dominado pelo núcleo constituído pela capital propriamente dita, a regra que se faz aí presente é que o centro de cada uma das cidades circundantes que contribui para a formação da região acabe por constituir-se em núcleo de complexidade funcional e densidade de ocupação claramente mais acentuadas que aquelas dominantes na média do tecido urbano (WILHEIM, 1969) (45).

Outra das características marcantes do processo de urbanização das grandes e médias cidades brasileiras, qual seja, a da descontinuidade do tecido, configura-se a partir da proliferação de áreas de baixa densidade circundadas e atravessadas por outras de ocupação densa. Bairros de ocupação acentuadamente rarefeita - geralmente de uso residencial e destinados às classes economicamente favorecidas - costumam muitas vezes assentar-se sobre as zonas mais privilegiadas (tanto em termos de acessibilidade quanto de topografia e infra-estrutura), enquanto as faixas mais pobres da população são obrigadas a aglomerar-se em zonas dotadas de precárias condições de infra-estrutura e/ou difícil acesso, ocupando edifícios de desempenho sempre inferiores aos padrões mínimos aceitáveis.

Não raro, panoramas diametralmente opostos como estes que acabam de ser descritos ocorrem de conviver lado a lado. A cidade de Porto Alegre oferece vários exemplos desta íntima convivência, entre os quais pode citar-se na zona sul a contínua disputa que se verifica entre os bairros de classe média e alta por um lado e as favelas por outro pelas áreas vizinhas às margens do Rio Guaíba.

4.4.1.2 - DENSIFICAÇÃO E RENOVAÇÃO DO ESTOQUE CONSTRUÍDO

A descontinuidade do tecido tem gerado um importante fator condicionante ao desenvolvimento e aplicação das técnicas edificativas nas cidades brasileiras. Decorre dela o fato de que boa parte da expansão e densificação urbanas tem-se dado pela renovação tanto das áreas privilegiadas e de baixa

ocupação quanto daquelas (inicialmente) desprovidas de boas condições de acessibilidade e infra-estrutura. É tanto numa quanto noutras que ocorre com maior intensidade a especulação imobiliária (BOLAFFI, 1979) ⁽⁵³⁾, o que acaba fazendo com que se abreviem significativamente os ciclos de reposição do estoque construído, com vistas ao aumento de densidade nas de baixa ocupação e à elevação do perfil sócio-econômico naquelas de ocupação precária. O objetivo principal, em ambos os casos, é dado pelos lucros aí possíveis de obter (SINGER, 1979) ⁽⁵⁴⁾.

A rápida sucessão dos ciclos de reposição do estoque construído que caracteriza as grandes cidades brasileiras, e que tem levado alguns autores a classificar o processo de consolidação e renovação urbana nestes locais como "autofágico", torna-o aparentado com aquele típico dos grandes centros estadunidenses, onde o acelerado ritmo de renovação do patrimônio construído é comandado de maneira quase que direta pelos mecanismos de valorização e especulação imobiliários. Edifícios em perfeitas condições de estabilidade e bom desempenho funcional são ali muitas vezes sacrificados em benefício de um aproveitamento mais rentável dos lotes sobre o qual estavam assentados (por exemplo, a *Lever House*, símbolo da Arquitetura Modernista, demolida em perfeitas condições de uso para dar lugar a um edifício três vezes maior).

A contrapartida a este padrão de renovação e substituição aceleradas do estoque construído estaria localizada nos países europeus, onde grandes conjuntos de valor histórico-artístico importante, preservados muitas vezes por força de lei, forçam à sua renovação e adaptação a novos usos, sem sua demolição e substituição por novos edifícios.

4.4.2 - REFLEXOS DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO SOBRE OS ARRANJOS TÉCNICOS

4.4.2.1 - REFLEXOS DA HETEROGENEIDADE DE DENSIDADES

A grande heterogeneidade de densidades de ocupação e de alturas dos edifícios que se constata nas médias e grandes cidades brasileiras é ao mesmo tempo decorrência e causa da convivência de tantas alternativas técnicas com distintas

potencialidades de densificação e verticalização; à falta de uma clara tendência de padronização de densidades e alturas no tecido urbano dessas cidades tem correspondido uma falta equivalente de ênfase em técnicas apropriadas à viabilização de faixas de densidades urbanas e de alturas médias dos edifícios pré-estabelecidos e de ocorrência predominante.

É possível citar a região metropolitana de Porto Alegre como exemplo concreto do fenômeno acima mencionado. Convivem ali, em diferentes zonas, ciclos de renovação e ampliação absolutamente díspares quanto às densidades e alturas médias geradas; no que diz respeito às densidades de ocupação, os índices que regulam a razão entre área construída e área do lote variam atualmente entre 0,8 e 6,0, o que significa variabilidade de 750%. No que tange às alturas, constroem-se desde edifícios de dois pavimentos até 12 pavimentos. Ressalte-se aqui que as variações apontadas dão-se dentro de grupos funcionais idênticos, ou seja, ocorrem entre exemplares distintos de edifícios comerciais, de habitação e de serviços.

4.4.2.2 - REFLEXOS DA DENSIFICAÇÃO ELEVADA

Entre os múltiplos casos de adequação das técnicas edificativas às diferentes densidades que ocorrem nas várias zonas das cidades, é especialmente ilustrativo o exemplo oferecido pelas áreas centrais, onde a densificação e a valorização dos lotes atingem normalmente seus graus mais elevados.

A multiplicação de edifícios de grande altura e de ocupação quase que integral da superfície de seus lotes que costuma ocorrer nestas áreas fez com que a única solução possível para atender-se à demanda por habitabilidade dos espaços internos - iluminação, ventilação, condicionamento térmico - teve que basear-se totalmente em meios artificiais. Constata-se, assim, que ao mesmo tempo em que a exagerada densificação dos centros das cidades brasileiras teve um dos seus fatores de viabilização no uso de equipamentos mecânicos e elétricos de condicionamento ambiental e de iluminação, estes tiveram aí, nesta forma de ocupação dos espaços urbanos, um de

seus mais importantes estímulos à diversificação e ao melhoramento de seu desempenho.

4.4.2.3 - POSSÍVEIS REFLEXOS DO PADRÃO DE ZONEAMENTO FUNCIONAL

Se a heterogeneidade de densidades tem significado suporte e estímulo à diversificação das soluções construtivas empregadas nas cidades brasileiras, é razoável que se indague de possíveis vinculações existentes entre a rigidez com que os zoneamentos funcionais se fazem sentir e o grau de compartimentação dos diferentes grupos de alternativas técnicas formadas no atendimento a cada um dos grandes grupos tipológico-funcionais indentificados à seção 4.2.1.

A hipótese que se está a formular é que o grau de afastamento e de mútua segregação entre as atividades distintas dentro dos meios urbanos pode estar desempenhando papel de sustentação e reforço da compartimentação verificável entre os níveis de evolução e aprimoramento de cada um.

Um fato que poderia interpretar-se como evidência da validade desta hipótese é que a permeabilidade entre as soluções técnicas utilizadas na realização de edifícios comerciais e de edifícios de serviços revela-se sempre maior do que aquela verificável entre as soluções utilizadas no atendimento a estes dois grupos funcionais e as de uso corrente na Edificação Habitacional.

É possível supor que tal variabilidade de permeabilidades entre grupos de alternativas técnicas transcenda os motivos de natureza meramente funcional, bem como outros atinentes às já mencionadas diferentes capacidades de retorno dos capitais investidos na construção de edifícios voltados aos vários setores tipológico-funcionais (seção 4.3.4.4), encontrando um fator de sustentação a mais nos diferentes graus de aproximação permitidos entre estas atividades nos meios urbanos.

4.4.2.4 - REFLEXOS DO PADRÃO DA RENOVAÇÃO

Dois efeitos podem ser atribuídos ao padrão que tem regulado o processo de renovação e consolidação das cidades brasileiras.

O primeiro deles vem somar-se àquele exercido pela significativa heterogeneidade de densidades que coexistem nas mesmas áreas urbanas. Na medida em que a consolidação destas áreas se dá pela rápida sucessão de ciclos orientados ao contínuo aumento de densidades, e em que as densidades buscadas em cada zona específica variam de acordo com a força com que a pressão imobiliária se faz ali sentir, torna-se possível e necessário que estejam permanentemente disponíveis e em aplicação alternativas técnicas aptas a contemplar uma ampla gama de demandas de densidade de ocupação e altura de edifícios.

O segundo dos efeitos identificáveis que o padrão de renovação das cidades brasileiras tem exercido sobre o processo de evolução das técnicas construtivas decorre do fato de que, ao darem-se os ciclos de reposição sobre áreas cujo parcelamento do solo está pré-determinado, a modulação dos lotes aí existentes passa a balizar as técnicas utilizáveis nos termos explicitados à seção II.2.3.4 do primeiro capítulo. Como regra geral, constata-se que nos empreendimentos realizados nessas áreas as técnicas baseadas no uso de grandes equipamentos de suspensão e transporte horizontal, ou na aplicação de soluções construtivas de larga escala têm ficado inviabilizadas pelas próprias condições de parcelamento do solo. A pulverização espacial dos canteiros tem induzido à redução da escala dos equipamentos e do volume dos materiais e elementos utilizados (MASCARÓ, 1982) (35).

A cidade de Porto Alegre oferece atualmente exemplos concretos do efeito acima mencionado na renovação do estoque construído de alguns bairros de ocupação relativamente recente (30-40 anos), em que as técnicas construtivas adotadas têm sido determinadas em larga medida pelas características dos lotes disponíveis à Edificação; superfícies reduzidas (300-1000m²) associadas a testadas muito estreitas (7.00-20.00m) têm-se

constituído em importantes fatores de estímulo à opção por processos intensivos em mão-de-obra, baseados na incorporação de pequenos elementos construtivos de estocagem e movimentação possíveis em espaços exíguos e com o auxílio de equipamentos de porte mínimo.

4.4.3 - HIPÓTESES DE MUDANÇAS NOS PADRÕES DE URBANIZAÇÃO E POSSÍVEIS REFLEXOS SOBRE AS TÉCNICAS DE EDIFICAÇÃO

Boa parte das características que marcaram o processo de urbanização das cidades brasileiras - principalmente as mais importantes - foram determinadas a partir da ação de órgãos governamentais encarregadas do planejamento e controle deste mesmo processo. Esta ação, por sua vez, baseou-se em uma série de conceitos urbanísticos forjados entre as décadas de 1930 e 1950, muitos deles fundamentais para a corrente teórica normalmente identificada como **Urbanismo Modernista** (CHOAY, 1979) (2).

Na medida em que vem-se registrando mais recentemente uma firme tendência de reavaliação e crítica destes conceitos, é possível supor que daí poderão advir algumas alterações significativas nos padrões que deverão de nortear o processo de urbanização no Brasil pelas próximas décadas.

Estas virtuais alterações, bem como seus possíveis reflexos sobre as técnicas de Edificação é o que se examina a seguir.

4.4.3.1 - POSSÍVEIS MUDANÇAS NOS PADRÕES DE DENSIDADE

Uma das tendências que constata-se atualmente é a da revalorização da densificação, que passa a ser encontrada cada vez mais como instrumento eficaz para a obtenção de uma partilha economicamente mais racional e socialmente mais justa de bens e serviços urbanos (MASCARÓ, 1987) (32). Esta virtual mudança de atitude, que corresponde ao progressivo abandono de posturas que percebem como sinônimos a rarefação de densidade e o aumento de qualidade de vida, deverá refletir-se sobre os arranjos técnicos da Edificação se vier a acarretar uma maior

uniformidade na densidade urbana dos centros mais populosos do País.

Na hipótese que a expansão e consolidação destes centros passe a dar-se pela busca de densidades intermediárias (situadas entre os extremos atualmente definidos de um lado pelos núcleos de altíssima densidade e do outro pelos bairros residenciais calcados na imagem dos subúrbios estadunidenses e pelas áreas mantidas sub-ocupadas com vistas à especulação imobiliária), a possível consequência daí advinda será um correspondente estreitamento no leque de demandas de densificação; isto significará, caso venha a ocorrer, maior possibilidade de padronização dos recursos técnicos empregados nos vários sub-sistemas e de alguma forma responsáveis pelas possibilidades de densificação oferecidas (por exemplo, recursos utilizados na execução do sub-sistema portante e diretamente responsáveis pela altura dos edifícios).

4.4.3.2 - POSSÍVEIS MUDANÇAS NOS PADRÕES (CICLOS) DE RENOVAÇÃO URBANA

Outro dos efeitos que podem decorrer da hipótese de vir a conferir-se maior uniformidade às densidades urbanas e reduzir-se a incidência de áreas sub-utilizadas seria uma correspondente elevação da permanência média dos edifícios e a ampliação dos ciclos de reconstrução e renovação urbana. Com isso, deverá acentuar-se o estímulo exercido sobre as técnicas construtivas no sentido a tornarem-se os edifícios mais flexíveis a alterações em sua forma de utilização e mais adaptados a procedimentos sistemáticos de conservação e manutenção de suas próprias partes.

A forma como se dá atualmente a conservação e reciclagem dos edifícios - caracterizada pela destruição de várias de suas partes com vistas à sua renovação e à renovação das partes adjacentes - decorre diretamente do fato aqui já mencionado de que a Edificação no Brasil é ainda mais largamente dominada pelos procedimentos de **colagem** e de **associação irreversível** entre as partes constituintes dos edifícios do que pela sua **montagem** por meio de ligações facilmente reversíveis. Na medida em que, pela alteração do

padrão de consolidação urbana, criem-se as condições para a ampliação da permanência dos edifícios, as técnicas de Edificação ficarão sujeitas a um importante estímulo a modificarem-se no sentido a favorecer a reversibilidade de seus processos de montagem, facilitando assim os trabalhos de conservação e renovação dos edifícios durante sua utilização.

4.4.3.3 - POSSÍVEIS MUDANÇAS NOS PADRÕES DE ZONEAMENTO FUNCIONAL

Outra tendência identificável com a crítica aos conceitos adotados pelo planejamento urbano no Brasil até o final da década de 1970 e início desta é um abrandamento na rigidez dos zoneamentos funcionais que regulam a distribuição espacial das atividades nas cidades de grande e médio porte.

Na hipótese de que esta tendência se consolide, deverá automaticamente atenuar-se o efeito que a rígida segregação funcional dentro das cidades tem exercido no sentido a estimular a aplicação compartimentada das várias alternativas que compõem o conjunto de técnicas edificativas atualmente em uso. É possível supor que, na medida em que ocorra a liberalização e mesmo o incentivo à miscigenação entre atividades comerciais, de prestação de serviços, habitacionais e mesmo industriais (naqueles ramos não poluidores e que podem operar economicamente em escala compatível com tecidos urbanos de média densidade), as demandas de diferentes naturezas funcionais passem a incidir de maneira mais uniforme sobre as técnicas empregadas na construção de edifícios voltados a cada uma dessas atividades.

4.4.3.4 - POSSÍVEIS MUDANÇAS NA REDE URBANA NACIONAL

A virtual verificação das tendências aqui apontadas, bem como as alternativas técnicas que deverão empregar-se em resposta às demandas que se farão presentes, confirmando tais tendências ou não, deverão ter lugar em grande parte dos centros urbanos de médio porte que estão atualmente a consolidar-se no País. Destacam-se entre estes aqueles localizados em regiões onde a atividade econômica vem mostrando-se mais dinâmica e mais integrada ao movimento de

avanço industrial e internacionalização dos mercados que está atualmente a renovar o impulso nascido com a Primeira Revolução Industrial há cerca de dois séculos e meio.

Esta, que representa a última das hipóteses que se está a levantar na presente secção desta Dissertação, significa que possivelmente a propulsão do processo de diversificação e mudança das técnicas edificativas correntes no País deverá estender-se progressivamente das grandes capitais de estado e regiões metropolitanas para aquelas cidades localizadas em zonas onde venham implantar-se novos pólos industriais de ponta, em frentes pioneiras nas quais se esteja a ampliar a fronteira agrícola ou a incrementar a exploração de matérias-primas minerais, ou nas zonas em que a mecanização da produção agro-pastoril já se tenha completado de forma a permitir sua total integração ao mercado nacional e internacional.

4.4.4 - O VETOR DE VIABILIZAÇÃO URBANA NO PROCESSO DE DIVERSIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS CONSTRUTIVAS

Descreveu-se nesta secção (4.4) a relação entre a diversidade de alternativas construtivas que convivem atualmente no Brasil e a sua necessária adequação às características do processo de urbanização do qual têm sido um dos instrumentos.

Tal relação não se limita a esclarecer aspectos particulares da trajetória cumprida até aqui pelo conjunto de técnicas edificativas do Brasil; quaisquer perspectivas de mudanças futuras neste conjunto só viabilizar-se-ão na medida em que venham a responder a necessidades ditadas pelos padrões que deverão orientar o rumo de evolução das cidades brasileiras.

O conjunto destas necessidades e o papel por elas desempenhado na sustentação das diferentes alternativas técnicas, bem como na definição das possíveis tendências de evolução aí presentes, são representados no modelo de abordagem aqui proposto pelo vetor de viabilização urbana das técnicas de Edificação. Fica desta maneira reafirmada a participação desta

ordem de fatores no processo de sustentação e diversificação das técnicas construtivas tal qual ocorre atualmente no Brasil.

4.5 - CONCLUSÃO

Procurou-se ao longo deste capítulo desenhar um panorama amplo do conjunto de técnicas de Edificação correntes no Brasil, bem como de suas tendências de evolução e diversificação.

O roteiro que guiou as observações feitas sobre este universo, bem como a forma de expô-las, foi dado pelo modelo de análise proposto no primeiro capítulo desta Dissertação.

As três grandes ordens de demandas incidentes sobre as técnicas edificativas e seu processo de evolução identificadas neste modelo foram aqui utilizadas como as categorias de análise principais e estruturadoras da exposição.

Buscou-se, assim, pela descrição das várias configurações assumidas pelos vetores de viabilização funcional (1), estrutural (2) e urbana (3), explicar as correspondentes configurações assumidas pelos arranjos técnicos na atual realidade nacional, bem como algumas hipóteses de evolução aí detectáveis.

Na medida em que o referido modelo e suas categorias estruturadoras tenham-se mostrado eficazes em conduzir a observação através da diversidade de manifestações e fatores constituintes do universo das técnicas edificativas no Brasil, levando ao final desta trajetória a uma visão ordenada e abrangente deste mesmo universo, considera-se alcançado o objetivo deste capítulo.

CAPÍTULO 5

5.1 - SUMÁRIO

Procurou-se ao longo desta Dissertação compor um panorama abrangente do que são as técnicas de Edificação e de como ocorre seu processo de diversificação e evolução.

Para tanto, propôs-se no segundo capítulo, a partir da identificação da variedade de fatores que dão estímulo e sustentação à conformação das múltiplas alternativas que se configuram no bojo deste processo, um modelo para sua classificação, capaz de servir de instrumento para a obtenção de uma imagem estável e ordenada das Técnicas de Edificação e de sua evolução.

Identificaram-se aí três grandes ordens de demandas que são atendidas pela Edificação e pelos edifícios, tomados estes em seu significado utilitário. Demandas voltadas aos edifícios e seu desempenho funcional (1), demandas dirigidas aos processos construtivos e seu rendimento (2) e demandas de adequação ao processo de urbanização (3) foram os três grandes grupos apontados.

Sobre o sistema de referência propiciado por este modelo de classificação, analisaram-se as diferentes configurações dos vários insumos que comparecem nos processos construtivos, tendo em vista (1) identificar a repercussão dessas configurações na caracterização das alternativas técnicas e (2) estimar a medida em que estas viabilizam-se como respostas às condições sócio-econômicas mais amplas que as envolvem e dão-lhes sustentação.

No terceiro capítulo, utilizou-se o modelo de abordagem e classificação proposto no segundo capítulo como instrumento

de análise de três momentos históricos específicos da evolução das técnicas edificativas a partir da Revolução Industrial, a saber:

- 1) primeira metade do Século XIX na Inglaterra;
- 2) segunda metade do Século XIX em São Paulo;
- 3) final do Século passado e início deste em Chicago, U.S.A.

A utilização do modelo de análise proposto no primeiro capítulo como elemento condutor da exposição de dados já conhecidos acerca dos três períodos históricos selecionados fez-se com o sentido de comprovar a sua (do modelo) eficácia enquanto instrumento ordenador da multiplicidade de informações de naturezas distintas presentes na bibliografia voltada ao assunto; a preocupação norteadora deste capítulo foi, portanto, de caráter metodológico.

No quarto capítulo realizou-se uma nova aplicação do modelo de abordagem proposto anteriormente, agora dentro dos limites definidos pela atual realidade nacional; buscou-se aí construir um panorama organizado do universo de técnicas edificativas atualmente em uso no Brasil. Também aqui fez-se presente a preocupação metodológica: o objetivo principal foi verificar a validade do modelo proposto enquanto instrumento auxiliar no entendimento de uma realidade concreta e imediata, cuja conformação está a se (re)fazer no exato momento em que se realiza este Trabalho.

5.2 - CONCLUSÕES

5.2.1 - CONCLUSÕES QUANTO A VALIDADE DA ESCOLHA DO TEMA E DA FORMA DE ABORDÁ-LO

5.2.1.1

A primeira e mais importante das noções que se pretende tenham sido suficientemente comprovadas é a da validade e da necessidade de realizarem-se esforços como este, com vistas à apreensão das técnicas edificativas na totalidade de seu significado e de suas implicações. Na medida em que tratou-se

simultaneamente das diferentes ordens de demandas que agem conjuntamente na conformação e evolução dessas técnicas, buscou-se deixar evidente que o processo daí decorrente só pode ser devidamente entendido como o resultado da interação dessa multiplicidade de demandas; analisá-lo segundo critérios específicos que privilegiem apenas alguma dessas ordens de demandas leva a uma visão parcial do objeto.

5.2.1.2

A segunda das conclusões que aqui se colocam, e que decorre diretamente desta recém exposta, é a de que qualquer intervenção concreta sobre o universo da Edificação estará obrigatoriamente sujeita à totalidade das demandas e fatores intervenientes apontados no primeiro capítulo.

Isso não significa que o seu conhecimento seja pré-requisito indispensável às intervenções que se façam sobre esta realidade; significa, no entanto, que a possibilidade de previsão e controle sobre os resultados decorrentes dessas intervenções, bem como a capacidade de avaliação de seu significado dentro de seu contexto sócio-econômico são diretamente proporcionais ao grau de conhecimento que se tenha dessas demandas e fatores. Este representa, na verdade, o conhecimento das condições que cercam a inserção na realidade de qualquer intervenção concreta, seja ela da escala que for.

Entre as possibilidades de intervenção às quais aqui se refere encontram-se naturalmente os programas de **Pesquisa e Desenvolvimento** de tecnologias de Edificação levados a efeito nos meios científicos em geral e acadêmicos em particular.

A multiplicidade de expressivos avanços pontuais obtidos nestes programas só pode ser devidamente avaliada na medida em que se tenha a clara noção de seu significado para o conjunto de recursos disponíveis à Edificação, entendida esta como instrumento de satisfação de necessidades materiais socialmente formuladas.

Não só a clara estimativa desses avanços depende de que se tenha uma permanente visão do conjunto das técnicas edificativas e de seu processo de mudança, mas a própria

definição dos rumos socialmente mais desejáveis a imprimir nos programas de Pesquisa e Desenvolvimento tecnológico repousa necessariamente sobre uma capacidade de apreensão de parcelas crescentes dos fatores e demandas que influem neste universo e das múltiplas possibilidades que há de atendê-los.

Neste sentido, e na condição de exemplos extraídos diretamente da exposição feita ao longo desta Dissertação, pode-se concluir que quaisquer esforços que se façam com o objetivo de aumentar a durabilidade dos edifícios via sistemas de manutenção e conservação, ou via prevenção e tratamento de patologias construtivas, devem estar necessariamente enquadrados em uma clara noção do grau de permanência que se está a exigir desses edifícios dentro do padrão de urbanização vigente na maioria das cidades do meio considerado.

De maneira análoga, esforços de aprimoramento no uso e fabricação de equipamentos de construção devem estar referidos, em uma escala maior, ao proveito que daí será possível extrair em termos de rendimento dos processos construtivos; mais do que isto, é fundamental que tal proveito potencial tenha estimada sua relevância dentro do conjunto de práticas construtivas em uso no meio considerado, para que o esforço empenhado em sua obtenção possa ser devidamente avaliado em termos de sua desejabilidade social e produtiva.

Também os estudos e pesquisas feitos em vistas ao desenvolvimento de sistemas construtivos baseados na auto-construção ou na racionalização da mão-de-obra empregada, ou na simplificação dos procedimentos construtivos com vistas à redução da qualificação média do trabalho empregado na Edificação devem estar convenientemente ancorados em uma clara visão da disponibilidade deste insumo no conjunto da mão-de-obra existente no meio considerado e na repercussão que tais mudanças podem ter sobre os demais insumos intervenientes nos processos construtivos e sobre o próprio desempenho dos edifícios a serem assim produzidos.

5.2.2 - CONCLUSÕES QUANTO AO TEMA DA DISSERTAÇÃO

5.2.2.1 - QUANTO AS CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS EDIFICATIVAS.

5.2.2.1.1

Uma das claras preocupações deste Trabalho foi deixar explícita a idéia de que a situação atual do universo de técnicas construtivas é o resultado de um processo histórico em que apesar de registrar-se um contínuo desdobramento e diversificação de alternativas, a natureza dos fatores aí atuantes mostra-se estável. A permanente evolução e diversificação do universo de técnicas construtivas ao longo da história, portanto, explicar-se-ia pelas infinitas possibilidades de composição e arranjo entre tais fatores de natureza estável.

5.2.2.1.2

A percepção da evolução técnica da Edificação como um processo contínuo, conforme sugeriu-se na conclusão anterior, implica a automática exclusão de que ela possa se dar por saltos instantâneos definidores de rumos radicalmente distintos e totalmente desvinculados daqueles vigentes até a sua ocorrência.

O uso repetido das expressões alternativas e arranjos técnicos fez-se com o intuito de explicitar a constatação de que a cada momento coexistem (e coexistiram) múltiplas formas de construir, e que o processo evolutivo se faz não pela abrupta substituição de uma por outras, mas pelo seu progressivo desdobramento e pela contínua busca de uma maior adaptação às demandas incidentes e à gama de recursos disponíveis, ambos fatores permanentemente mutáveis.

Assim, eventos que a uma leitura menos atenta da bibliografia historiográfica disponível poderiam aparecer como acidentes de percurso totalmente imprevisíveis, são sempre e necessariamente fenômenos decorrentes de um processo que os antecede e dá-lhes sustentação, ainda que possam eventualmente

vir a constituir-se em marcos históricos importantes para a definição de novos rumos para este mesmo processo.

5.2.2.2 - QUANTO AS CARACTERÍSTICAS DOS EDIFÍCIOS E DAS TÉCNICAS QUE REGULAM SEUS PROCESSOS PRODUTIVOS

5.2.2.2.1

Na seção 2.2.1.1 do segundo capítulo, em que abordaram-se os edifícios segundo suas múltiplas funções, buscou-se enfatizar a necessidade de que uma técnica edificativa, para viabilizar-se como tal, deve prover os meios necessários à resolução de cada um dos sub-sistemas responsáveis pelas diferentes funções; mais do que isto, uma técnica construtiva caracteriza-se pela forma de compatibilização entre os sub-sistemas.

Grande parte das alternativas existentes para o desenvolvimento de técnicas e sistemas construtivos articulam-se em torno de diferentes respostas dadas a esta necessidade de compatibilização; a coordenação dimensional e modular, a industrialização de ciclo fechado ou aberto, são caminhos que se caracterizam a partir das diferentes soluções oferecidas a esta necessidade de viabilizar-se a síntese construtiva a partir da compatibilização das várias partes dos edifícios.

Há, todavia, mesmo entre a bibliografia especializada no assunto, e especialmente entre os periódicos, uma percepção incompleta e esquemática dos edifícios enquanto objetos utilitários e, conseqüentemente, das técnicas empregadas em sua produção. Persiste em grande parte dos estudos a tendência a visualizar nos edifícios apenas suas funções mais tradicionais, aquelas simbolicamente associadas ao ato de habitar, quais sejam, a função de fechamento - sub-sistemas de planos envolventes e cobertura - e de sustentação - sub-sistema portante.

Esta espécie de ilusão de ótica vem retardando a compreensão dos edifícios em toda a sua complexidade funcional e, em conseqüência, enfraquecendo o estímulo ao desenvolvimento de soluções construtivas centradas no aspecto de síntese ou montagem das várias partes dos edifícios em unidades coerentes.

5.3 - RECOMENDAÇÕES

5.3.1 - A PARTIR DE LACUNAS CONSTATADAS NAS FONTES CONSULTADAS

5.3.1.1

A maior parte da bibliografia existente sobre a História da Arquitetura, da Engenharia e mesmo das Técnicas Construtivas no Brasil centra sua atenção no exame dos edifícios enquanto objetos já concluídos, analisando-se aí vários de seus aspectos: materiais e elementos constituintes, desempenho funcional, formas de resolução de detalhes construtivos.

Há, todavia, pouca informação disponível sobre os procedimentos em canteiros de obra, ou seja, como e com o auxílio de que tipos de equipamentos executaram-se esses edifícios; verifica-se uma ênfase quase que exclusiva na análise dos produtos acabados, e pouca atenção na tentativa de reconstituírem-se os processos construtivos empregados em sua construção, entendidos estes em todos os seus significados.

Seria de grande importância, no entanto, que se passasse a investigar mais a fundo este aspecto específico do tema, para que se pudesse ter uma visão mais precisa de como têm evoluído as técnicas construtivas no Brasil, encaradas desde seu aspecto de processos produtivos localizados nos canteiros de obra.

5.3.1.2

Uma questão que surge como decorrência direta e específica desta que foi acima levantada é aquela que se refere à mão-de-obra escrava utilizada intensivamente na Edificação nos primeiros três séculos e meio de História nacional.

Ainda que a bibliografia seja enfática em ressaltar o predomínio deste tipo de mão-de-obra, há pouca informação sobre como era ela empregada, em que espécie de serviços e tarefas, qual sua qualificação.

A mesma falta de dados ocorre com respeito à transição entre a mão-de-obra escrava e aquela assalariada, oriunda da Europa. Houve certamente um longo período em que ambas conviveram nos canteiros de obra (TELLES (1984)⁽³⁷⁾ faz uma breve referência a este assunto na construção de estradas de ferro, ao afirmar que enquanto as empresas estrangeiras empregavam exclusivamente mão-de-obra assalariada, as sub-empresas nacionais faziam uso de escravos; VALLADARES (1981)⁽³⁸⁾ faz um comentário igualmente breve sobre este mesmo período); há pouca informação, todavia, sobre as bases em que se deu este convívio, sobre o tipo de hierarquia que se estabelecia entre trabalhadores livres e cativos, e sobre a medida em que pôde ocorrer aí uma maior capacitação da mão-de-obra escrava graças ao convívio com aquela mais qualificada.

5.3.2 - RELATIVAS À VERIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DO UNIVERSO DE TÉCNICAS EDIFICATIVAS NO BRASIL

5.3.2.1

Um dos critérios utilizados na ordenação do panorama das técnicas edificativas atualmente em uso no Brasil no quarto Capítulo foi o da caracterização de grandes grupos tipológicos que se articulam em torno das diferentes demandas funcionais (Edificação habitacional, comercial, de prestação de serviços e industrial).

Constatou-se o elevado grau de afastamento entre as soluções construtivas empregadas no atendimento a cada um desses grupos a ponto de configurarem-se zonas praticamente autônomas dentro do próprio sub-setor Edificações.

Face a esta constatação, levantam-se aqui duas indagações que poderiam nortear o desenvolvimento de futuros trabalhos:

- 1) Quais as possibilidades de que se crie uma maior permeabilidade de soluções entre os diferentes grupos, quase à maneira de uma **Transferência Tecnológica** entre setores industriais distintos?

- 2) Em que medida a especialização funcional que norteou o processo de urbanização brasileiro dos últimos trinta anos foi fator de sustentação e inclusive de reforço dessa tendência à configuração de grupos autônomos de práticas construtivas?

As respostas a estas duas questões dariam elementos importantes para que, na medida em que se detectasse uma alteração de monta no conjunto de demandas voltadas à adequação das técnicas edificativas ao processo de urbanização, se pudessem avaliar as reais condições de que os ramos ainda presos a práticas de caráter mais convencional ou mesmo tradicional pudessem assimilar daqueles mais desenvolvidos soluções e recursos que lhes permitissem maior rendimento enquanto processos produtivos e capacidade de produzir edifícios de desempenho crescente.

5.3.2.2

Na seção 4.4.3.2 fez-se um comentário sobre o largo predomínio nas práticas construtivas do Brasil dos procedimentos de colagem e de execução de ligações irreversíveis sobre outros baseados em ligações reversíveis e por isso mesmo mais afinados aos procedimentos de montagem propriamente ditos; levantou-se a seguir a hipótese de que, na medida em que a demanda pela permanência dos edifícios se acentuasse, tal situação deveria inverter-se, privilegiando-se as ligações reversíveis, uma vez que estas tendem a facilitar os trabalhos de conservação, manutenção e reciclagem indispensáveis à virtual expansão da vida útil dos edifícios.

Esta reflexão induz à formulação de duas hipóteses relacionadas à posição privilegiada que ocupa o cimento no universo de materiais utilizados na Edificação nacional, conforme comentário feito à seção 4.3.2.2.2.3:

- 1) Em que grau pode-se afirmar que há uma relação de causalidade entre o predomínio do cimento nos canteiros de obra e o uso intensivo dos procedimentos de colagem e de ligações irreversíveis?

- 2) A se confirmar a hipótese do progressivo abandono das formas irreversíveis de associação em canteiro, seria possível inferir como pára-efeito daí resultante a redução da importância fundamental que o cimento detém hoje em dia enquanto elemento estruturador de um grande número de arranjos técnicos em uso no Brasil?

Na formulação de respostas adequadas a estas questões reside a possibilidade de anteverem-se - ou não - importantes fatores de mudança no perfil do universo de materiais utilizados nos processos construtivos correntes no País e, associada a esta, a possibilidade de uma alteração de grande relevância na natureza destes processos.

5.3.2.3

Na seção 4.4.3.4 fez-se um comentário sobre os novos campos de aplicação massiva das técnicas e práticas construtivas constituídos pelos médios centros urbanos localizados nas áreas do País beneficiadas por surtos recentes de progresso econômico.

A partir desta constatação, formula-se a necessidade de elaborarem-se estudos sistemáticos sobre quais são os padrões que estão a ordenar o processo de urbanização dessas cidades. Seria fundamental que se pudesse adquirir um claro conhecimento sobre como está a se dar tal processo, e em que medida estão aí a repetir-se os padrões vigentes nos últimos trinta anos e responsáveis pela forma de consolidação dos grandes centros e nomeadamente das regiões metropolitanas do País.

Este conhecimento, particularmente desejável no que tange às densidades de ocupação que estão sendo adotadas, aos ciclos de renovação e reposição que estão sendo projetados, e aos graus de especialização que vêm sendo impostos no estabelecimento dos zoneamentos funcionais, daria subsídios importantes para a projeção do tipo de recursos construtivos que serão absorvidos, levadas em consideração as demandas de flexibilidade e durabilidade (relativamente aos edifícios) e de densidade de ocupação das áreas urbanas que daí deverão advir.

5.3.2.4

A seção 2.2.2.3 comentou-se o papel que o capital desempenha enquanto agente catalisador do equilíbrio entre as várias instâncias responsáveis pela capacitação do setor de produção de edifícios.

Comentou-se também na mesma seção a necessidade que tem a Edificação de disputar o capital disponível com todos os demais setores econômicos de seu meio, disputa na qual o argumento que cada setor apresenta é sua capacidade de retribuição (remuneração) ao capital ali investido.

Examinando-se a história econômica recente do Brasil, constata-se que houve um expressivo aperfeiçoamento e uma grande diversificação dos instrumentos financeiros disponíveis; tal fato, que resultou do significativo grau de integração do País ao mercado internacional de bens e capitais, tem sido estimulado em grande medida pelos agudos surtos inflacionários que vêm ocorrendo há cerca de quinze anos.

A sofisticação do mercado financeiro, na medida em que permite uma mobilidade crescente aos capitais disponíveis no País em buscar as formas de aplicação e investimento mais rentáveis (incluídas aí aquelas de caráter especulativo), vem criando as condições para que se espalhe entre a totalidade das atividades econômicas um estímulo à procura de arranjos que lhes permitam maiores patamares de rentabilidade. Há na disputa pelo capital disponível um claro impulso ao nivelamento pelo alto cujo topo é dado obviamente por aqueles mais rentáveis.

A indagação que surge a partir da breve consideração feita acima e que se formula aqui como sugestão para uma análise mais aprofundada é a seguinte:

Em que medida o recente desenvolvimento do mercado financeiro nacional poderá representar um estímulo significativo ao aumento de produtividade na Edificação face aos seus vários insumos?

Complementando esta questão, formulam-se duas outras:

- 1) Quais fatores podem inibir que o estímulo generalizado ao aumento de produtividade se faça sentir na Edificação?
- 2) Em que instâncias específicas dos processos construtivos os arranjos técnicos oferecem folgas - ociosidade - capazes de permitir incrementos da produtividade média da Edificação nacional a curto e médio prazos?

O aprofundamento destas questões permitiria uma avaliação mais precisa do grau de importância de uma vertente específica de demandas que a estrutura sócio-econômica deve dirigir à efetividade dos processos construtivos, e das possíveis consequências que daí podem advir no conjunto das técnicas de Edificação do País.

5.3.2.5

Ao longo do capítulo IV fizeram-se algumas referências à experimentação e desenvolvimento de novos materiais e elementos construtivos baseados ou no aproveitamento de matérias-primas de obtenção fácil e barata (por exemplo, o barro, rejeitos industriais, fibras vegetais, madeiras moles extraídas de florestas cultivadas) ou em novas formas de utilização de matérias-primas convencionais (por exemplo, o solo-cimento e o solo-cal, a alvenaria e a argamassa armadas). Mencionaram-se também no mesmo capítulo esforços feitos atualmente com vistas ao desenvolvimento de processos construtivos baseados no aproveitamento de uma mão-de-obra de baixa ou nenhuma qualificação, muitas vezes sem receber qualquer tipo de remuneração (auto-ajuda, auto-construção).

Tais soluções, além de outras aqui não mencionadas, integram um grupo de técnicas construtivas normalmente designadas na bibliografia especializada como **Tecnologias Alternativas** ou **Apropriadas**. O traço comum a todas elas é o permanente esforço voltado à maior adequação possível às

características (climáticas, econômico-industriais e culturais) do meio ao qual se destinam; daí a denominação apropriadas.

Outra característica importante comum ao grupo das Tecnologias Alternativas é o questionamento da validade e da desejabilidade das técnicas e processos construtivos de alto grau de sofisticação que tiveram impulso significativo nos países europeus no esforço de reconstrução ali ocorrido no segundo pós-guerra; questionam-se principalmente as tentativas (em sua maior parte fracassadas) já feitas ou atualmente em curso de implantarem-se em países do Terceiro Mundo semelhantes recursos construtivos (tentativas de transferência de tecnologias avançadas dos países industrializados para países subdesenvolvidos e em desenvolvimento).

No caso específico do Brasil, as tecnologias alternativas para a Edificação vêm sendo estimuladas e difundidas (ainda que de maneira bastante restrita aos meios acadêmicos e a algumas experiências - piloto patrocinadas por órgãos oficiais de planejamento) como meios possíveis de viabilizarem-se soluções rápidas para o grande déficit de habitações que ocorre em todo o País, nomeadamente nos maiores centros urbanos.

A exata definição do nicho a ser ocupado por essas tecnologias alternativas depende da resposta de cada uma delas às três ordens de demandas identificadas no modelo de abordagem aqui proposto. Obviamente, aquelas que venham mostrar-se efetivamente apropriadas a gamas mais amplas de condições e exigências tenderão a ganhar aplicação cada vez mais intensiva, perdendo automaticamente a condição de tecnologias alternativas para converterem-se em soluções de utilização corrente; em contrapartida, as soluções que venham a mostrar-se eficazes apenas em situações muito específicas, ou seja, cuja contínua difusão mostre-se inviável face à composição das três grandes ordens de demandas, tenderão a manter-se como alternativas marginais dentro do universo de técnicas construtivas disponíveis no País.

Portanto, o preciso reconhecimento dos padrões de desempenho mínimos exigidos e exigíveis aos edifícios nas

diferentes regiões nacionais (ou seja, como estão a formular-se as demandas sobre os produtos da Edificação) (1), das reais condições econômicas, produtivas e de mercado de trabalho em cada uma dessas regiões (ou seja, as demandas que possam estar a incidir sobre a efetividade dos processos construtivos) (2) e, conforme já se mencionou à seção 5.3.2.3, de como se está ali a projetar a formação dos centros urbanos (ou seja, dos condicionantes sobre as técnicas construtivas que devem decorrer da necessidade de sua adequação ao processo de urbanização) (3) devem dar elementos importantes ao claro posicionamento face às perspectivas de evolução possíveis para o conjunto de Tecnologias Alternativas para a Edificação tal qual apresenta-se ele atualmente no Brasil.

BIBLIOGRAFIA

1. BALCHIN, P.N. & KIEVE, J.L. Urban land economics. 3.ed. London, MacMillan, 1986. 302p.
2. BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO & INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E GERENCIAL. Coordenação modular da construção. Rio de Janeiro, 1976. 81p.
3. BENEVOLO, L. História da arquitetura moderna. São Paulo, Perspectiva, 1976.
4. BISHOP, D. Productividad en la indústria de la construcción. In.: TURIN, D. Economía de la construcción. Barcelona, Gustavo Gili, 1979. Cap.1, p.13-41.
5. BLACHÈRE, G. Tecnología de la construcción industrializada. Barcelona, Gustavo Gili, 1977.
6. BOLAFFI, G. Habitação e Urbanismo: O problema e o falso problema. In.: MARICATO, E. A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil Industrial. São Paulo, Alfa-Omega, 1979. pg.37-70.
7. BONIN, L.C. A abordagem sistêmica da produção de edificações. Porto Alegre, CPGEC-UFRGS, 1987. 107p. Diss.mestr.
8. BRUNA, P.J.V. Arquitetura, industrialização e desenvolvimento. São Paulo, FAU-USP, 1973. Tese dout.
9. CHOAY, F. O urbanismo. São Paulo, Perspectiva, 1979.
10. CONDIT, C.W. American building. Chicago, The University of Chicago Press, 1968. 329p.
11. DERRY, T.K. & WILLIAMS, T.I. História de la tecnologia. 3.ed. Mexico, Siglo Veintiuno, 1986. V.2.

12. FERREIRA, C.E. Construção civil e criação de empregos. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1976. 124p.
13. FERRO, S. O canteiro e o desenho. São Paulo, Instituto de Arquitetos do Brasil, 1979.
14. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário estatístico do Brasil, 1986. Rio de Janeiro, 1987.
15. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Projetos I. Diagnóstico nacional da indústria da construção. 2.ed. Belo Horizonte, 1984. v.1: Relatório Síntese.
16. FURTADO, C. Formação econômica do Brasil. 12.ed.rev. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1974.
17. GAMA, R. A tecnologia e o trabalho na história. São Paulo, FAU-USP, 1985. Tese Livre Docência.
18. GIEDION, S. Espacio, tiempo y arquitectura. Madrid, Dossat, 1978.
19. GLOAG, J. & BRIDGWATER, D. A History of cast iron in architecture. London, George Allen & Unwin, 1948.
20. GOODAL, B. The economics of urban areas. Oxford, Pergamon Press, 1972. 379p.
21. HANDLER, B.A. Systems approach to architecture. New York, American Elsevier, 1970. 184p.
22. HUBERMAN, L. História da riqueza do homem. 15.ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1979.
23. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Divisão de Edificações. Manual de orientação para construção por ajuda-mútua. São Paulo, 1985. 68p.
24. JOHN, V.M. avaliação de durabilidade de materiais, componentes e edificações; emprego do índice de degradação. Porto Alegre, CPGEC-UFRGS, 1987. 115p. Diss.mestr.
25. LANDES, D.S. Progreso tecnológico y revolución industrial. Madrid, Tecnos, 1979.

26. LEMOS, C.A.C. Alvenaria burguesa. São Paulo, Nobel, 1985.
27. _____. Cozinhas, etc. São Paulo, Perspectiva, 1976.
28. LIMA, H.C. Absorção de novas tecnologias por comunidades de baixa renda: mito e realidade. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM HABITAÇÃO, 1., São Paulo, 6-10 abril, 1987. Anais ... São Paulo, IPT, 1987. p.453-8.
29. MARICATO, E. Autoconstrução, a arquitetura possível. In.: _____. A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil Industrial. São Paulo, Alfa-Omega, 1979. pg. 71-93.
30. _____. Indústria da construção e política habitacional. São Paulo, FAU-USP, 1984. 208p. Tese dout.
31. MASCARÓ, J.L. Construção e economia. In.: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO SOBRE ECONOMIA DA EDIFICAÇÃO, 1., Porto Alegre, 23-25 nov., 1988. Anais. ... Porto Alegre, Propar, 1988. 4p.
32. _____. Desenho urbano e custos de urbanização. Brasília, Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio Ambiente, 1987.
33. _____. A evolução dos sistemas de construção com o desenvolvimento econômico: uma visão retrospectiva. São Paulo, FAU-USP, 1978.
34. MASCARÓ, J.L. & MASCARÓ, L.R. As indústrias de materiais e componentes de construção no Brasil. São Paulo, FAU-USP, 1970.
35. MASCARÓ, L..R. As condições de vida e de trabalho dos operários da construção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 1982. Diss.mestr. Sociologia.
36. _____. Energia na edificação. São Paulo, Projeto Editores Associados, 1985.
37. _____. Luz, clima e arquitetura. Porto Alegre, GG Edições Técnicas, 1981.

38. MELIGHENDLER, M. A racionalização de obras na construção civil. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM HABITAÇÃO, 1., São Paulo, 6-10 abr., 1987. Anais ... São Paulo, IPT, 1987. p.317-25.
39. NUMFORD, L. A cidade na história. Belo Horizonte, Itatiaia, s.d. v.2.
40. OLIVER, J.W. History of american technology. New York, Ronald Press, 1956. p.401-14.
41. OSEKI, J.H. Algumas tendências da construção civil no Brasil. São Paulo, FAU-USP, 1982. 126p.
42. _____. Arquitetura em construção. São Paulo, FAU-USP, s.d. Diss.mestr..
43. PEREIRA, P.C.X. Espaço, técnica e construção. A apropriação e produção do espaço: as implicações no desenvolvimento técnico da indústria da construção. O caso da produção de moradias na cidade de São Paulo. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1984. Diss.mestr.
44. PICARELLI, M. Habitação: desenho industrial e tecnologia. São Paulo, FAU-USP, 1983. Tese Livre Docência.
45. _____. Habitação: uma interrogação. São Paulo, FAU-USP, 1986.
46. REIS FILHO, N.G. Quadro da arquitetura no Brasil. 4.ed. São Paulo, Perspectiva, 1978.
47. ROSENBERG, N. Tecnologia y economia. Barcelona, Gustavo Gili, 1979.
48. ROSSO, T. Teoria e prática da coordenação modular. São Paulo, FAU-USP, 1976.
49. SAIA, L. Notas sobre a arquitetura rural paulista do segundo século. In.: ARQUITETURA Civil I. Textos escolhidos da Revista do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. São Paulo, FAU-USP, MEC, IPHAN, 1975. p.223-81.

50. SILVA, G.G. Arquitetura do ferro no Brasil. São Paulo, Nobel, 1986.
51. SILVA, M.A.C. Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações. Porto Alegre, CPGEC-UFRGS, 1986. 295p. Diss.mestr.
52. SINDICATO DAS INDUSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Levantamento ocupacional no setor das indústrias da construção civil. Porto Alegre, 1971.
53. SINGER, P. Desenvolvimento econômico e evolução urbana. 2.ed. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1977. pg. 19-67.
54. _____. O uso do solo urbano na economia capitalista. In.: MARICATO, E. A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil Industrial. São Paulo, Alfa-Omega, 1979. pg.21-36.
55. _____. In.: REVISTA POLITECNICA. São Paulo, Associação dos Alunos da Escola Politécnica da USP. no _____ ano _____ pg _____
56. SKOYLES, E.R. & SKOYLES, J.R. Waste production on site. London, Mitchell Publishing, 1987. 208p.
57. STRASSMANN, W.P. Housing and building technology in developing countries. East Lansing, Michigan State University, Graduate School of Business Administration, 1978.
58. SULLIVAN, B.J. Industrialization in the building industry. New York, Van Nostrand Reinhold, 1980. 253p.
59. TELLES, P.C.S. História da engenharia no Brasil. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1984.
60. VALLADARES, L.P. et alii O processo do trabalho e a formação profissional na construção civil. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1981. 331p.

61. VARGAS, N. Organização do trabalho e capital: um estudo da construção habitacional. Rio de Janeiro, COPPE-UFRJ, 1979. Diss.mestr.
62. VASCONCELLOS, S. Arquitetura no Brasil - Sistemas Construtivos. Belo Horizonte, Escola de Arquitetura, 1958.
63. WALTHER, M.A.M. Utilização de componentes na edificação. Porto Alegre, CPGEC-UFRGS, 1981. 238p. Diss.mestr.
64. WERNECK, D.F.F. Emprego e salários na indústria da construção. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1978. 176p.
65. WILHEIM, J. Urbanismo no subdesenvolvimento. Rio de Janeiro, Saga, 1969.
66. WILLKOMM, W. Racionalização na tecnologia apropriada. Porto Alegre, CPGEC-UFRGS, 1988. Seminário interno.