

**SOFIA LAURINDO MACHADO**

**SISTEMÁTICA DE CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA ALVENARIA  
ESTRUTURAL**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa  
Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Mestre em Engenharia.**

Florianópolis

1999

**SOFIA LAURINDO MACHADO**

**SISTEMÁTICA DE CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA ALVENARIA  
ESTRUTURAL**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa  
Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Mestre em Engenharia.**

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. PhD. HUMBERTO RAMOS ROMAN

Florianópolis

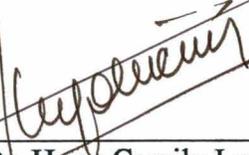
1999

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em 08 / 09 / 99, pela comissão examinadora.



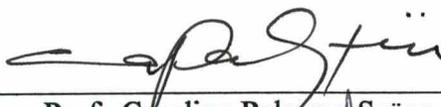
Prof. PhD Humberto Ramos Roman - Orientador



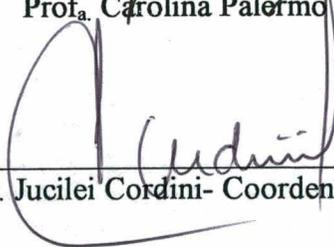
Prof. Dr. Hugo Camilo Lucini



Prof. Dr. Fernando Barth



Prof.<sup>a</sup> Carolina Palermo Szücs



Prof. Dr. Jucilei Cordini - Coordenador do CPGEC

A Elzo Laurindo Machado e Zeneida Vidal Machado

## AGRADECIMENTOS

Às pessoas que me oportunizaram:

Meu pai e minha mãe,

Humberto Roman, Terra Lima, Pedro Sirotsky,

A meus irmãos; Crisana, Virginia, Marta, Raquel, Vinícius e David, aos meus sobrinhos, ao Rudimar, Castro, enfim toda minha família, pelo apoio e a paciência

As professores:

Roberto Lamberts, Heineck, Ana Augusta, Luis Gomes, Roberto de Oliveira, Antônio Carlos(EG), Janaíde, Malik, Prudêncio, Philips Jürgen, Hélio Greven, Dê Antunes

A banca examinadora composta pelos professores:

Hugo Camilo Lucini, Carolina Palermo Szücs, Fernando Barth

Aos amigos de Porto Alegre;

Milene, Flávio Matheus, Mario Quintana, Mara, Claudia Thimmig, Laura, Jane, Marlene, Germano Pauluzzi

Aos amigos da UFSC:

Alexandre Baioto, Almir Barros, Arlington, Geralcy Carneiro, Gertrudes, Lia Dantas, Lucimar Siqueira, Yumi, Sibebe, Marcio Guimarães, Carminha, Cassandra, Cristina & Cristines, Jovane, Juliano, Daniel Umsza, Bernadeth, Sandra, Douglas, Luciana, Leila, Ana Ligia Papst.

À galera da Lagoa:

Ângela, Érico, *Marcinha* & Aldomar, *Tina* & Duda, *Perdigão*, Tina Bauer, *Wagnão*, Marco Fares, *Si* & Clica Voigt, Pedro *Peposo* Paulo, Andréia, Adriana Machado, Mico, Ciro, Sellig, Guto, Delmar Goularte, Luis, Alvaro Vargas, Luis Pasquali, *Gisui*, Silvana Frate *Tininha*, Valdir Agostinho, Viviane, Witt

Aos colegas:

Nilton Keller, Aurélio Candido, Adolfo, Suzana Nedel, Eduardo Futuro, Suzana Chaves Barcellos, Márcia Barbieri, Fernando Pili, Osmar Pisani, Alda Bernardi e João Kerber, Teston e RKS,

Aos arquitetos:

Cabral, Carlos Roberto Varella Eduardo Lago, Elizabeth Pocztaruk, Fabiano, Fábio Soar, George Arrenti, Heloísa, Jacovas, Julio Magalhães, Livia Bortoncello, Mara Vieira Polleto, Marcelo Borges, Paulo Almeida, Renee Gonçalves.

Aos consultores;

Paulo Stumm, Arnaldo Ramos, Anibal Knijnik, Odilon Cavalheiro, Marcio Faria....,

Aos amigos e colegas do GDA

Leca Roman, Itamar (mas poderia ser pior), Gerson (o bárbaro), Cristina Carvalho, Ricardo Kuerten, Müller, André Sagave, DDDébora, Gihad Árabe Mohamed,

Ao pessoal do punhobol de Florianópolis e de Novo Hamburgo, pelos momentos de descontração e alegria

Em especial para Björn Kronke, Ully Schneider, Renato Padilla & Marcia Sirotsky

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vi

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação.....	1
1.2. Justificativa e importância do tema.....	2
1.3. Delimitação do tema e plano da pesquisa.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivos Gerais</i> .....	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
1.5. Estrutura do trabalho.....	6

## CAPÍTULO 2

### ALVENARIA ESTRUTURAL

2.1. Conceito.....	8
2.1.1. <i>A evolução do uso da alvenaria estrutural no país</i> .....	9
2.1.2. <i>Panorama e perspectivas</i> .....	11
2.1.3. <i>A alvenaria estrutural nos EUA, e na Europa</i> .....	12
2.2. O potencial arquitetônico da alvenaria estrutural.....	14
2.2.1. <i>A obra de Eládio Dieste</i> .....	14
2.2.2. <i>Diversidade de interpretações - a utilização de alvenaria aparente</i> .....	21
2.2.3. <i>Flexibilidade em projetos para alvenaria estrutural</i> .....	29
2.3. Importância do projeto.....	34
2.3.1. <i>O papel histórico do arquiteto</i> .....	36
2.3.2. <i>A relação projetos x custos</i> .....	37
2.3.2.O <i>projeto como estratégia de diferenciação</i> .....	39

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGIA

3.1. Estudo exploratório.....	41
3.1.1. <i>Fundamentação teórica</i> .....	41
3.1.2. <i>Fundamentação prática</i> .....	42
3.1.2.1. <i>Fundamentação prática em Porto Alegre</i> .....	42
<u>A fábrica de blocos</u> .....	42
<u>Construtora 1</u> .....	43
<u>Construtora 2</u> .....	43
<u>Consultor 1</u> .....	45
<u>Consultor 2</u> .....	46
<u>Empresa especializada em <i>software</i> para arquitetura</u> .....	46
3.1. 2.2. <i>Fundamentação prática em Florianópolis</i> .....	46
3.2. Avaliação dos procedimentos projetuais em escritórios de arquitetura.....	48
3.2.1. <i>Forma de investigação</i> .....	48
3.2.2. <i>Escolha dos escritórios</i> .....	49
3.2.3. <i>Análise dos resultados</i> .....	49

## CAPÍTULO 4

### A GESTÃO DAS ETAPAS DE PROJETO

4.1. Os conceitos de projeto.....	50
4.2. Qualidade de projetos.....	52
4.2.2. <i>Desempenho de projetos</i> .....	54
4.3. Definição de etapas de projeto.....	55
4.3.1. <i>A importância do briefing</i> .....	58
4.3.2. <i>A compatibilização de projetos</i> .....	61
4.3.3. <i>Caderno de detalhes</i> .....	62
4.3.3.1. <b>O detalhamento visto dentro da Engenharia Concorrente</b> .....	64
<u>O projeto da produção</u> .....	64
<u>O projeto para produção</u> .....	65
<u>O projeto de alvenaria</u> .....	66
4.4. A gestão das etapas de projeto.....	68
4.4.1. <i>Pessoas e organizações - A equipe</i> .....	70
4.4.2. <i>A cultura do empreendimento</i> .....	71
4.4.3. <i>Definindo as tarefas</i> .....	72
4.4.4 <i>Gerenciando a produção de informações</i> .....	73
4.4.4.1. <b>Padronização das informações/documentação</b> .....	75
4.4.4.2. <b>O projeto arquitetônico e a informática</b> .....	76
4.4.4.3. <b>Contrato</b> .....	78
4.4.4.4. <b>O desenho</b> .....	79
4.4.4.5. <b>Especificações</b> .....	80
4.4.4.6. <b>Manuais</b> .....	81
4.4.5. <i>Avaliação da informação</i> .....	82

4.4.6. <i>Planejando, monitorando e controlando todas as atividades</i> .....	83
<b>4.4.6.1. Controle e aperfeiçoamento de projetos</b> .....	84
4.5. <i>A avaliação da gestão nos escritórios de arquitetura</i> .....	88
4.5.1. <i>Características básicas e organização dos escritórios entrevistados</i> ....	88
4.5.2. <i>O desempenho dos projetos</i> .....	89
4.5.3. <i>As etapas de projeto</i> .....	89
<b>4.5.3.1. Briefing</b> .....	89
<b>4.5.3.2. Compatibilização</b> .....	90
4.5.4. <i>Gestão das etapas</i> .....	90
4.5.5. <i>A equipe</i> .....	90
4.5.6. <i>O gerenciamento de informações e documentação</i> .....	91
<b>4.5.6.1. Contratos</b> .....	91
<b>4.5.6.2. Documentos elaborados durante o processo</b> .....	92
<b>4.5.6.3. Documentação enviada à obra</b> .....	92
4.5.7. <i>Controle e aperfeiçoamento da etapa de projeto</i> .....	93
<b>4.5.7.1. Feed-back</b> .....	93

## CAPÍTULO 5

### **CONHECIMENTO TECNOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

5.1. <i>A transferência de tecnologia e a alvenaria estrutural</i> .....	95
5.1.1. <i>O projeto arquitetônico em alvenaria estrutural</i> .....	97
5.1.2. <i>Perfil do profissional</i> .....	99
5.2. <i>Conceitos fundamentais para elaboração dos projetos arquitetônicos</i> .....	100
5.2.1 <i>Racionalização</i> .....	100
5.2.2. <i>Construtibilidade</i> .....	103
5.2.3. <i>Modulação</i> .....	104
5.2.4. <i>Normatização</i> .....	109
5.3. <i>Condicionantes dos projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural</i> .....	110
5.3.1 <i>Condicionantes estruturais</i> .....	111
5.3.2. <i>Elementos das alvenarias</i> .....	112
<b>5.3.2.1. Paredes</b> .....	113
<u>Amarração das paredes</u> .....	117
<u>Respaldo</u> .....	118
<u>Vergas e contra-vergas</u> .....	119
<u>Pilares</u> .....	121
<u>Arcos</u> .....	122
<u>Lajes</u> .....	125
5.4. <i>Partido arquitetônico</i> .....	126
5.4.1. <i>Arranjo das paredes</i> .....	126
5.4.2. <i>O lançamento das instalações</i> .....	133
5.4.3. <i>Balanços</i> .....	131
5.4.4. <i>Revestimentos</i> .....	135

5.5. A escolha dos componentes e subsistemas.....	136
5.5.1. O bloco.....	136
5.5.1.1. Juntas.....	141
5.5.2.1. Graute.....	142
5.5.2. Aberturas/esquadrias.....	143
5.5.3. Escadas/ elevadores.....	144
5.5.4. Coberturas.....	147
5.6. A avaliação do conhecimento sobre alvenaria estrutural nos escritórios de arquitetura.....	149
5.6.1. Condicionantes Legais.....	149
5.6.2. Transferência de tecnologia.....	149
5.6.2.1. Conhecimento do trabalho de outros arquitetos.....	151
5.6.2.2. O componente básico.....	151
5.6.3. Flexibilização de uso dos ambientes projetados.....	152
5.6.4. O uso de arcos e paredes curvas.....	152
5.6.5. O arranjo das paredes.....	153
5.6.6. Partido arquitetônico/Construtibilidade.....	153
5.6.7. Compatibilização de projetos.....	154
5.6.8. Modulação.....	154
5.5.9. Detalhamento.....	155

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÕES & SUGESTÕES**

6.1. Conclusões preliminares.....	156
6.2. Caminhos para a alvenaria estrutural.....	156
6.3. Fatores que geram projetos deficientes.....	157
6.4. A gestão e a eficiência de projetos.....	158
6.5. O conhecimento técnico.....	160
6.6. Considerações finais.....	161
6.7. Sugestões para trabalhos futuros.....	161

### **ANEXOS.....**

Anexo 1 - Principais atividades do estudo exploratório.....	164
Anexo 2 - Questionário.....	165
Anexo 3 - Principais atividades do estudo exploratório.....	172

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....**

173

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1.	Etapas do desenvolvimento da pesquisa.....	7
FIGURA 2.1	Corte longitudinal do Depósito J.H.O. na Espanha. (PEDRESCHI, 1996).....	16
FIGURA 2.2.	Telhado com dupla curvatura em construção, na Espanha (PEDRESCHI, 1996).....	17
FIGURA 2.3	Planta baixa da Igreja de Atlântida (PEDRESCHI, 1996).....	18
FIGURA 2.4.	Fachada da Igreja de Atlântida.....	20
FIGURA 2.4. (a)	Interior da Igreja de Atlântida.....	19
FIGURA 2.5.(a)	Obras de Louis Kahn: Indian Institute of Management ad Ahmedabad (1963-74), (b).....	22
FIGURA 2.5.(b)	Ospedale Ayub a Dacca (1962-74).....	22
FIGURA 2.5.(c)	Rezidenze dei deputati a Dacca (1962-74), (ACOCELLA, 1990).....	22
FIGURA 2.6.	<i>Ospedale Ayub a Dacca</i> (1962-74), (ACOCELLA, 1990).....	23
FIGURA 2.7.	Fábrica em San Luis, Argentina (ZECCHETTO,1998) .	25
FIGURA 2.8.	Detalhes de fachadas em blocos de concreto.....	25
FIGURA 2.9.	Edifício com blocos de concreto aparente texturizados...	26
FIGURA 2.10	Edifício com blocos de concreto aparente coloridos.....	27
FIGURA 2.11.	Casa em blocos de concreto aparente.....	27
FIGURA 2.12.	Edifício com blocos de concreto aparente.....	28
FIGURA 2.13.(a).	Redução de paredes com o aumento da altura da edificação.....	32
FIGURA 2.13.(b).	Utilização de pilares misulares no térreo.....	32
FIGURA 2.13.(c).	Utilização da forma circular.....	33
FIGURA 2.13.(d).	Utilização de paredes enrijecedoras.....	33
FIGURA 3.1.	Cronograma da fundamentação teórica .....	42
FIGURA 3.2.	Considerações sobre alvenaria estrutural obtidas na Construtora 2.....	44

FIGURA 4.1.	Processamento dos requisitos (ANUMBA & EVBUOMWAN, 1997).....	60
FIGURA 4.2.	Comparação entre as elaborações de projetos tradicional e integrada (FARIA, 1993).....	62
FIGURA 4.3.	Os possíveis coordenadores de projeto (adaptado de REIS <i>apud</i> MELHADO, 1998).....	87
FIGURA 5.1.	Algumas formas de aplicação das inovações tecnológicas Fonte: SCARDOELLI (1995), FRANCO (1993).....	96
FIGURA 5.2.	Exemplo de modulação de 20 cm.....	105
FIGURA 5.3.	Exemplo de paginação com módulo de 20cm.....	106
FIGURA 5.4.	As normas que se relacionam a projetos arquitetônicos - Fonte: SOUZA <i>et al.</i> 1994.....	109
FIGURA 5.5.	Exemplos de paredes enrijecedoras (adaptada de ABCI, 1990).....	114
FIGURA 5.6.(a)	Parede côncava.....	115
FIGURA 5.6.(b)	Paredes convexas nas entradas de edificios e esquinas...	115
FIGURA 5.6.(c)	Parede serpentina (CURTIN <i>et al.</i> , 1984).....	115
FIGURA 5.7.	Exemplo de desenho de parede curva com blocos. (ABCI, 1990).....	116
FIGURA 5.8.	Exemplo de parede curva com tijolos (ALCOCELLA, 1989).....	116
FIGURA 5.9.	Amarrações padronizadas; disposição dos componentes na primeira e segunda fiadas.....	117
FIGURA 5.9.(a)	Amarração em "L".....	117
FIGURA 5.9.(b)	Amarração em "T".....	117
FIGURA 5.9.(c)	Amarração em "X" (FRANCO <i>et al.</i> , 1991).....	117
FIGURA 5.10.(a)	(a) Detalhe de amarração entre paredes estruturais não contrafiadas.....	118
FIGURA 5.10.(b)	(b) Detalhe de amarração entre paredes estruturais e de vedação (ROMAN, MUTTI & ARAÚJO, 1997).....	118
FIGURA 5.11.	Detalhe do respaldo ((ABCI, 1990), (ROMAN, MUTTI & ARAÚJO, 1997), (LANNA, 1997)).....	119
FIGURA 5.12.	Exemplo de verga utilizando blocos canaleta.....	120
FIGURA 5.13.	Exemplo de verga utilizando elementos pre-fabricados...	121
FIGURA 5.14.	Possíveis formas de pilares que podem ser executadas em alvenaria.....	121

FIGURA 5.15.	Exemplos de arcos estruturais.....	122
FIGURA 5.16.	Exemplo de arcos abatidos.....	123
FIGURA 5.17.	Exemplo de arco gótico.....	123
FIGURA 5.18.	Exemplo de arco circular.....	123
FIGURA 5.19.	Arco pontiagudo.....	124
FIGURA 5.20.	Arco semi-circular projetado com blocos de 14x19x39cm de dimensão.....	124
FIGURA 5.21.	Arcos semi-circulares sem função estrutural.....	124
FIGURA 5.22.	Representação gráfica interface laje x parede.....	125
FIGURA 5.23.	Sistema celular de paredes.....	127
FIGURA 5.24.	Sistema de paredes transversais.....	128
FIGURA 5.25.	Sistema complexo de paredes.....	129
FIGURA 5.26.	Possíveis arranjos de paredes estruturais (STOCKBRIDGE <i>et al.</i> , 1969).....	130
FIGURA 5.27.	Exemplo de "shaft" não visitável.....	131
FIGURA 5.28.	Exemplo "shaft" visitável.....	131
FIGURA 5.29.	Exemplo de "shaft" visitável.....	132
FIGURA 5.30.	Exemplo "shaft" visitável.....	132
FIGURA 5.31.	Sacadas de edifício construído em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.....	133
FIGURA 5.32.	Sacadas de edifício alto construído em alvenaria estrutural.....	133
FIGURA 5.33.	Detalhe da sacada de edifício construído em alvenaria estrutural com blocos de concreto.....	133
FIGURA 5.34	Exemplo de rebaixo de laje para sacadas.....	134
FIGURA 5.35	Características dos tipos de blocos.....	136
FIGURA 5.36.(a)	Blocos de concreto estrutural e de vedação.....	137
FIGURA 5.36.(b)	Bloco cerâmico.....	137
FIGURA 5.37.(a)	<i>Meio bloco</i> de concreto.....	138
FIGURA 5.37.(b)	<i>Meio bloco</i> cerâmico.....	138
FIGURA 5.38.(a)	<i>Bloco e meio</i> de concreto e de vedação.....	138
FIGURA 5.38.(b)	<i>Bloco e meio</i> cerâmico.....	138
FIGURA 5.39.(a)	<i>Blocos J</i> de concreto estrutural e de vedação.....	139

FIGURA 5.39.(b)	<i>Bloco J</i> cerâmico.....	139
FIGURA 5.40.(a)	<i>Bloco canaleta</i> de concreto.....	139
FIGURA 5.40.(b)	<i>Bloco canaleta</i> cerâmico.....	139
FIGURA 5.41.(a)	Bloco compensador de concreto.....	140
FIGURA 5.41.(b)	bloco compensador cerâmico.....	140
FIGURA 5.42.	Blocos especiais em concreto.....	140
FIGURA 5.43.	Tipos usuais de juntas (adaptado de LANNA, 1997).....	141
FIGURA 5.44.	Detalhe "3D" dos locais que deverão ser grauteados.....	142
FIGURA 5.45	Representação dos blocos grauteados em planta baixa...	143
FIGURA 5.46.	Setor de projeto modulado mostrando caixa de escada e elevadores, circundado por depósitos onde passarão prumadas da elétrica e hidráulica.....	145
FIGURA 5.47.	Corte esquemático da caixa de elevador (FRANCO <i>et al.</i> , 1991).....	146
FIGURA 5.48.	Escada "jacaré" (FRANCO <i>et al.</i> , 1991).....	147
FIGURA 5.49.	Proteção contra umidade das alvenarias sobre a cobertura com topos expostos.....	148
FIGURA 5.49.(a)	Rufo descarregando na cobertura.....	148
FIGURA 5.49.(b)	Capa pré-moldada.....	148
FIGURA 5.49.(c)	Rufo descarregando em calha.....	148
FIGURA 5.49.(d)	Capa pré-moldada associada a rufo transparente intermediário (FRANCO <i>et al.</i> , 1991).....	148
FIGURA 5.50.	Vazios na amarração do oitão em alvenaria de blocos (FRANCO <i>et al.</i> , 1991)...	148
FIGURA 5.51.	Detalhes elaborados.....	154

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABCI	Associação brasileira de Construção Industrializada
ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica.
APO	Avaliação Pós-Ocupação
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CIB	<i>International Council for Building Studies and Documentation</i>
CII	Construction Industry Institute
ENCOL	Engenharia Comércio e Indústria e Lix da Cunha S. A.
ENTAC	Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
FIERGS	Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
ISO	<i>International Standard Organization</i>
NORIE	Núcleo Orientado para Inovação na Edificação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
OEA	Organização dos Estados Americanos
QFD	Quality Function Deployment
TQS	Total Quality System
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USP	Universidade de São Paulo
W82	<i>Working Comission 82 do CIB "Future Studies in Construction"</i>

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo a abordagem teórica de forma sistematizada sobre os principais procedimentos e conhecimentos técnicos pertinente à atividade de projeto arquitetônico para alvenaria estrutural.

Inicialmente entendeu-se necessário um maior conhecimento técnico sobre o assunto, que foi obtido através do estudo exploratório. Partiu-se então para a revisão da literatura, onde se procurou investigar conceitos e princípios básicos relativos à elaboração e desenvolvimento de projetos arquitetônicos utilizando alvenaria estrutural. Após, foi realizado o trabalho de campo que consistiu na verificação da aplicação destes conceitos por parte dos arquitetos, seguido de uma análise da gestão destes projetos em escritórios de arquitetura.

O trabalho é eminentemente qualitativo por tratar de aspectos organizacionais, e transferência de tecnologia, por isto a avaliação dos dados não obedeceu a nenhum modelo teórico ou estatístico.

Os procedimentos arquitetônicos empregados e os conhecimentos técnicos demonstrados pelos arquitetos da região pesquisada revelam que estes não estão suficientemente qualificados para projetar para este sistema construtivo.

## **ABSTRACT**

The aim of this work was to verify the knowledge of architects to design buildings for structural masonry.

Previously, it was perceived the need to get a better knowledge about structural masonry, which was achieved through an exploratory study. Then literature review was used to systematize basic principles relative to development and elaboration of architectural projects to structural masonry. After the assimilation of these guideline concepts, the investigation was performed. It consisted of observation about the way the architects use these concepts. It at the same time was analyzed the project management in these architectural offices.

The work is basically qualitative, treating organizational features, and know-how transference. Therefore, was not performed neither theoretical nor statistical analysis.

The result was shown that the methodology employed by the most architects is inappropriate. They are not organized to project in this different building system and demonstrated little technological knowledge in structural masonry.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação

Vários fatores foram responsáveis por transformações ocorridas na Indústria da Construção Civil nos últimos anos, e que aos poucos estão colaborando para a diminuição do atraso tecnológico em que esta se encontrava.

Com a queda da inflação houve a necessidade das empresas construtoras, trabalharem com maior eficiência na execução de seus empreendimentos. Antigamente a inflação disfarçava a má administração. Hoje não há espaço para baixos níveis de produção e produtividade no setor da Construção Civil.

Além disto, a antiga equação em que o preço do produto era resultado do custo de produção acrescido do lucro que se pretendia, dá lugar a uma nova expressão em que o lucro é o resultado do preço definido pelo mercado, subtraídos os custos de produção.

Outro importante ponto da transformação que a indústria da Construção vem sofrendo é o aumento da exigência dos clientes em relação à qualidade que ocorre em todos os setores da economia e começa a afetar o setor de edificações (FABRÍCIO & MELHADO, 1998). O amparo dado a estes consumidores pelo Código de Defesa do Consumidor de 1990, também fez com o mercado de construção buscasse maior competitividade.

PICCHI (FRANCO *apud* 1993), enfatiza que, as empresas que não se adequarem à esta nova realidade ficarão "espremidas entre a maior eficiência e qualidade dos concorrentes".

Ainda em relação à busca de qualidade na construção em si, cabe destacar a busca de implantação de programas de qualidade e produtividade e a obtenção de certificados de garantia de qualidade - fundamentalmente o ISO 9002. Este fato, citado por FABRÍCIO & MELHADO (1998) mostra que a qualidade começa a ser valorizada como um elemento importante de competitividade.

No entanto, alguns problemas restringem a capacidade de competição destas empresas no mercado. O maior deles é a baixa capacidade tecnológica, devido à falta de

infra-estrutura e recursos para levar a cabo uma sólida estratégia tecnológica, considerando um dos novos princípios ordenadores do mercado mundial em um novo paradigma dos modos de produção (SALERNO & SZNELWAR *apud* SCARDOELLI, 1995).

Neste esforço de melhoria dos processos da construção, a etapa de projetos parece não ter sofrido intervenções visando seu aperfeiçoamento, em suas diferentes etapas, seja a nível operacional ou gerencial.

Vargas (*apud* SOUZA, BARROS & MELHADO, 1995) cita como um dos motivos do atraso da indústria da Construção Civil, o fato de que os projetos são elaborados sem qualquer relação com quem vai construir, ou seja, o cliente compra primeiro o projeto e depois a construção.

Diante deste panorama, podemos destacar a alvenaria estrutural como um sistema construtivo que tem plenas condições de suprir as carências de qualidade, de desenvolvimento tecnológico e competitividade exigidas pelo mercado como fatores de crescimento econômico do país. Apesar de ter seu espaço garantido, procuram-se caminhos para a abrangência de uma fatia maior de clientes. Este caminho, a exemplo de outros sistemas construtivos, pode ser encontrado com a melhoria na fase de projeto.

Desta forma entende-se que a fase de projeto arquitetônico em alvenaria estrutural deve ser plenamente avaliada e implementada. Neste trabalho realizou-se um estudo sobre os conhecimentos gerenciais, operacionais e tecnológicos que cercam esta atividade.

## 1.2. Justificativa e importância do tema

A estratégia tecnológica adotada pela maior parte das pequenas empresas do setor baseia-se na utilização de inovações técnicas desenvolvidas por grandes empresas e centros de pesquisa (SCARDOELLI, 1995). Esta busca de inovações explica-se pelo esforço das empresas em responder à pressão competitiva e às exigências dos seus clientes através de uma melhor adequação de seu produto (GUS, 1996).

SOUZA, BARROS & MELHADO (1995) recomendam que esta implantação tecnológica seja realizada na fase de projeto, para que ocorra sua consolidação.

Após a implantação de um novo sistema construtivo, o próximo passo, segundo LUCINI, (1984) é aprimorar seu desenvolvimento na direção da racionalização e otimização de processos envolvidos na produção. Segundo BISHOP (*apud* SANTOS,

1995) a produtividade é baixa quando um processo ou um sistema é posto em prática pela primeira vez. Há uma certa inércia em um primeiro momento, até o estabelecimento de um ritmo considerado normal. A próxima fase implica numa inovação tecnológica em maior ou menor escala aos efeitos de aumentar sensivelmente a produtividade (a partir do patamar de produtividade anterior) (LUCINI,1984).

Diante deste contexto a implementação da etapa de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural, enquanto uma nova tecnologia, se justifica por dois motivos, pelo projeto ser o transmissor dos procedimentos desta tecnologia, e pelo projeto ter potencialmente vocação para auxiliar na alavancagem deste sistema.

Existe um consenso no meio técnico sobre a importância da fase de concepção do empreendimento, porém verifica-se poucas ações práticas para sua melhoria. (AUSTIN *et al.* *apud* TZORTZOPOULOS *et al.*, 1998), FRANCO,1993)).

A obtenção de desempenho satisfatório destes projetos, devem contemplar ações que visem tanto o conhecimento tecnológico quanto as ações gerenciais. SANTOS (1995) em seu estudo de caso conclui que a evolução tecnológica é benéfica e necessária seguida em paralelo à evolução gerencial. Se ambas caminharem isoladamente correm o risco de caírem no insucesso.

Os projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural merecem atenção, por parte dos agentes envolvidos nos empreendimentos, por diferir dos projetos para sistemas convencionais de construção, principalmente no alto grau de precisão que estes devem conter.

Atualmente, é comum encontrar projetos com baixo nível de detalhamento e coerência entre as suas partes e principalmente, sem coerência organizacional e tecnológica com aquilo que se pretende construir. Procedimentos incorretos em relação ao desenvolvimento de projetos arquitetônicos, ainda são observados quando, por exemplo, se procura "adaptar" um projeto arquitetônico a um processo em alvenaria estrutural (FRANCO, 1993).

Um gerenciamento eficaz pode agregar vários benefícios à etapa de projetos. A sistematização, documentação de procedimentos e coordenação de projetos induz à racionalização de projetos, e por conseguinte da execução.

A racionalização de projetos é um requisito fundamental para elaboração de projetos para alvenaria estrutural, para viabilizar as vantagens que este sistema proporciona.

Segundo SILVA (1991), a concepção do produto determina o "potencial de racionalização" do sistema que somente será aproveitado em sua íntegra se o processo for igualmente planejado e projetado.

No presente trabalho foram abordados conceitos relativos a procedimentos para a obtenção de qualidade do projetos (partido), qualidade do detalhamento e das soluções que garantam construtibilidade.

A partir destas conceituações foram avaliados o modo de elaboração e concepção de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural dos escritórios visitados.

### 1.3. Delimitação do tema e plano da pesquisa

Este trabalho trata dos procedimentos que podem contribuir para a qualidade do projeto, com o foco na qualidade relativa ao atendimento das necessidades do cliente interno ao processo de projeto (ou equipe de execução). As questões relativas à satisfação do usuário final foram revisadas na literatura porém não foram incorporadas à pesquisa.

A alvenaria estrutural pode ser erguida com o uso de diversos componentes. Este trabalho enfoca o processo de projeto considerando o uso de tijolo armado, blocos de concreto e cerâmico.

As questões relativas ao uso do computador serão abordadas de forma sucinta, visto que a ênfase será dada a utilização do CAD - *Computer Aided Design*, apenas como ferramenta de desenho, pois a sistematização destas rotinas é pensada para ser utilizada também para arquitetos que não dispõem deste recurso computacional.

Este trabalho enfatiza a concepção do projeto arquitetônico para alvenaria estrutural baseada no conhecimento tecnológico que o arquiteto deve possuir para elaborar este tipo de projeto e como este deve organizar-se para otimizar o desenvolvimento dos mesmos.

Sabe-se que a concepção de projetos arquitetônicos é regida por um série de condicionantes e princípios que são objetos de estudo da Teoria da Arquitetura, que envolvem conceitos de filosofia, estética e composição, porém o processo de projeção será analisado dentro da ótica do Gerenciamento de projetos, visto que esta é uma disciplina que vem contribuindo para a construção civil tornar-se "indústria da construção civil".

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. *Objetivos Gerais*

O presente trabalho tem como objetivo geral de sistematizar as informações necessárias aos arquitetos para elaboração de projetos em alvenaria estrutural, a partir da revisão bibliográfica.

### 1.4.2. *Objetivos específicos:*

- Listar os itens fundamentais que devem ser pensados na elaboração de um projeto arquitetônico para alvenaria estrutural;
- Verificar a aceitação por parte dos arquitetos do sistema construtivo alvenaria estrutural;
- Analisar a legitimidade das recomendações feitas pela literatura a respeito do conteúdo destes projetos ;
- Apontar as deficiências do conhecimento do processo por parte dos arquitetos.

## 1.5. Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em 6 capítulos.

No capítulo 2, expõe-se um panorama sobre a alvenaria estrutural no país e no exterior, descrevendo como o sistema é utilizado em ambos os casos. Discorre-se sobre o potencial da alvenaria estrutural, ilustrado com a obra de Eladio Dieste, apresenta-se como opções de diversificação a alvenaria aparente e a flexibilidade em projetos de alvenaria, e encerra-se o capítulo com a importância do projeto no ciclo produtivo da edificação.

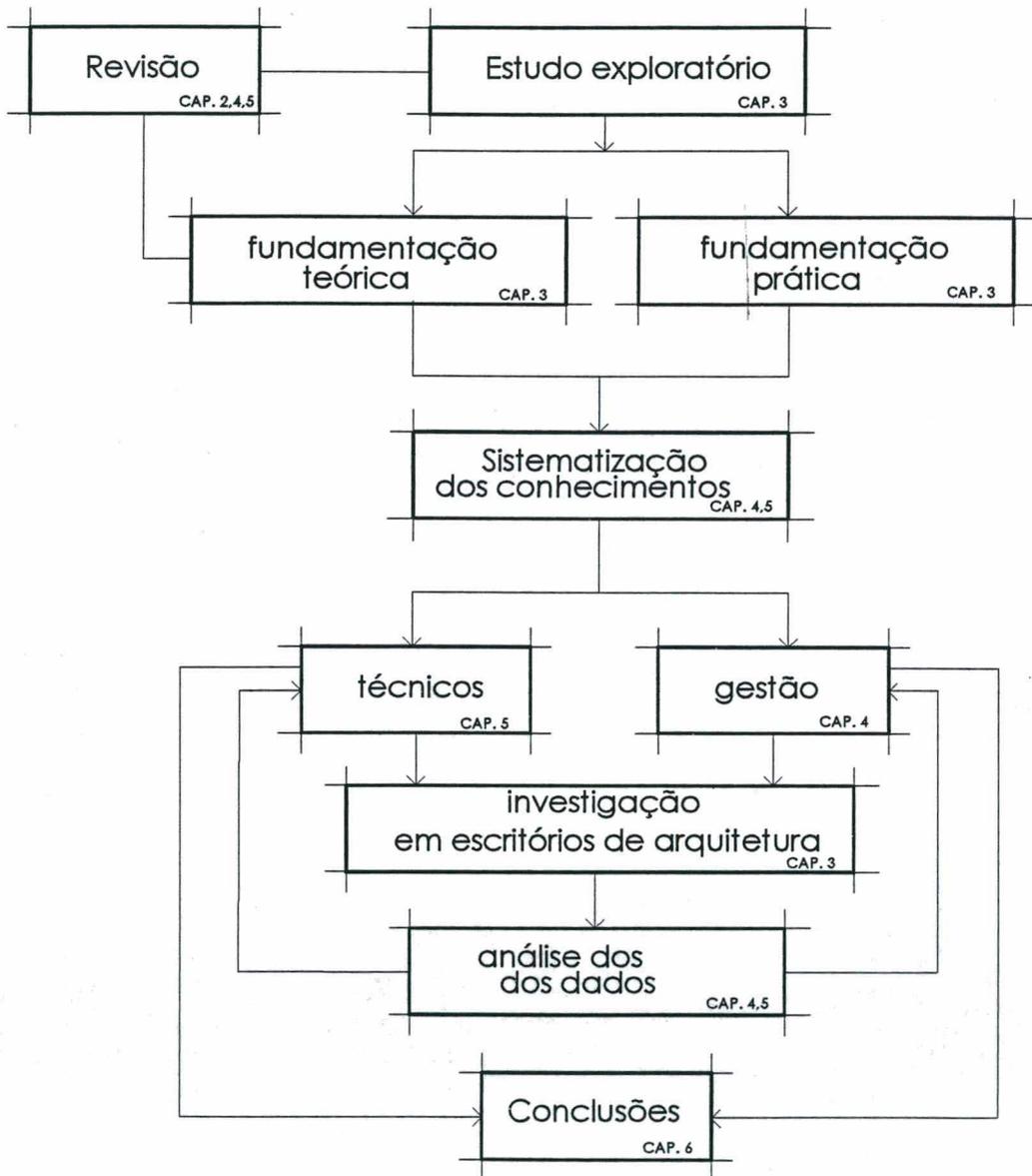
No capítulo 3 é apresentada a metodologia, que entre outros, propõe a formalização de princípios que compõem um guia de projeto para alvenaria estrutural apresentada nos dois capítulos subsequentes. Segundo MIKLUCHIN (1969) é impossível inventar e definir regras ou fórmulas as quais o projetista pode ser guiado facilmente à solução final, mas certos preceitos e princípios podem ser estabelecidos.

A sistemática de produção de projeto é essencial tanto para a implantação da industrialização, como para a aplicação das diretrizes de racionalização ou para o incremento da qualidade, tanto dos produtos como dos processos de produção (FRANCO, 1992).

No capítulo 4 são abordados conceitos relativos a gestão das etapas de projeto. No capítulo 5 são discutidos os conceitos relativos à concepção de projetos em alvenaria estrutural. Inicia-se pela conceituação de projeto, em seguida expõe-se como a profissão do arquiteto evoluiu e a atual importância do projeto dentro do empreendimento. Então descreve-se os conhecimentos que são necessários para elaborar um projeto em alvenaria estrutural.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

A figura 1.1. mostra o fluxo das etapas desenvolvidas, que serão descritas no Capítulo 3.



**Figura 1.1.** Etapas do desenvolvimento da pesquisa.

## **CAPÍTULO 2**

### **ALVENARIA ESTRUTURAL**

#### **2.1. Conceito**

A alvenaria estrutural é conceituada como um processo construtivo que se caracteriza pelo emprego de paredes de alvenaria - as quais constituem ao mesmo tempo os subsistemas estrutura e vedação - e por lajes enrijecedoras, como principal estrutura suporte dos edifícios. Estas são dimensionadas segundo métodos de cálculo racionais e de confiabilidade determinável, ao contrário da alvenaria tradicional, uma estrutura dimensionada empiricamente (FRANCO(1993) e SABBATINI (1984)).

A sua simplicidade permite uma imediata diminuição de custos e facilita as operações de execução do edifício. Além disto, atende a busca do setor por alternativas de racionalização, que levem a melhores resultados em termos de desempenho, perante um quadro desfavorável para produção habitacional, de poucos recursos e grande escassez de moradias. As habitações resultantes deste sistema construtivo, mostram ter bom desempenho frente as necessidades e condições existentes na maior parte do país (SILVA (1991), ROMAN (1996), FRANCO (1993)).

LUCINI (1996) salienta que a alvenaria estrutural como uma nova solução tecnológica produtiva, apresenta-se também como instrumento de obtenção de novas formas de financiamento estável de produção e consumo, distanciando-se portanto da formação tradicional do lucro no setor: grandes diferenças entre custos e preços finais e atendimento quase exclusivo a setores de média e alta renda.

Atualmente a alvenaria estrutural é vista como um sistema construtivo, e não mais como um processo construtivo, e como tal é referida neste trabalho. A diferenciação destes termos foi destacada por SOUZA, BARROS & MELHADO (1995) onde apresentam a definição de outros autores:

- Método, segundo FERREIRA, " é um programa que regulamenta previamente uma série de operações que se devem realizar, apontando erros evitáveis, em vista de um resultado determinado".
- Processo é definido, por FERREIRA, como sendo "procedimento, maneira pela qual se realiza uma operação, segundo determinadas normas".
- Sistema construtivo é conceituado por SABBATINI como sendo "um processo construtivo de elevados níveis de organização e industrialização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo". LUCINI (1996) completa, dizendo que os sistemas construtivos tendem a integrar processos altamente racionalizados para execução das estruturas, vedações e coberturas e circulações verticais (obra bruta) e semi-industrializadas para instalações, aberturas, revestimentos e acabamentos (obra fina).

### *2.1.1. A evolução do uso da alvenaria estrutural no país*

Para o melhor entendimento do estágio atual da alvenaria estrutural no país, é necessário conhecer como este processo surgiu, desenvolveu-se e está consolidando-se.

Alvenaria estrutural foi incorporada inicialmente (a partir dos anos 60), à construção de habitações populares em edifícios com quatro ou cinco pavimentos. Posteriormente, como fruto de incentivos da promoção pública, em meados dos anos 70, foi utilizada como sistema construtivo na construção de grandes conjuntos habitacionais (FRANCO (1993), ROSSO (1994)).

Devido a sua forma de implantação, ROSSO (1994) relata que surgiu um preconceito ou um mito de que a alvenaria estrutural é uma solução exclusiva para habitações populares e de poucos pavimentos. Além disto, FRANCO (1993), afirma que, estes novos sistemas não foram desenvolvidos a partir de uma metodologia científica que embasasse os aspectos técnicos, gerando edificações com inúmeras patologias, contribuindo assim para criação de uma imagem negativa das construções executadas por sistemas não convencionais.

Naturalmente houve uma retração no mercado para a utilização deste sistema construtivo. Mas a partir de pesquisas desenvolvidas em Universidades como USP e UFRGS, no fim dos anos 80 e início dos anos 90, e com a utilização em larga escala do sistema por construtoras como a ENCOL, que, segundo LUCINI (1984), investiu amplamente em alvenaria estrutural em suas obras por todo país, buscando obter resultados de aumento de produtividade, o sistema passou a ter maior aceitação.

O uso intensivo de sistema construtivo em alvenaria estrutural é justificado por permitir velocidade e redução de custos à construção quando comparado com processos tradicionais. Entretanto ainda não foram exploradas todas as potencialidades em relação ao desempenho e a racionalidade destes processos construtivos (FRANCO, 1993).

Atualmente a alvenaria estrutural apresenta-se em franco crescimento, com inúmeras pesquisas sendo realizadas, dezenas de fábricas de blocos, e várias construtoras utilizando-a como sistema construtivo exclusivo, abandonando por completo outros sistemas estruturais e construtivos. Porém para evitar experiências negativas e ampliar definitivamente setores do mercado ainda resistentes a sua utilização, é de vital importância o preparo dos profissionais que de alguma forma estão envolvidos no processo de implantação e operacionalização do sistema.

Entre nós, apesar do crescente uso, a alvenaria estrutural não atingiu ainda a maturidade. Não é aceita e reconhecida como em outros países. O desconhecimento das potencialidades do sistema construtivo ainda persiste, fazendo com que o "mito da inflexibilidade arquitetônica" conduza a opiniões do tipo; "o processo se adapta melhor a obras moduladas, de geometria simples e alturas não muito grandes" (ROSSO, 1994).

Além deste desconhecimento, outras barreiras, não técnicas para o desenvolvimento da alvenaria estrutural, são apontadas por CAPOZZI (1998):

- Ausência de tradição do sistema no meio técnico nacional;
- Número insuficiente de blocos em todo território nacional;
- Falta de normas brasileiras.

Porém muitas vantagens do sistema construtivo são ressaltadas por CAPOZZI (1998). O subsistema vedação possui uma série de funções essenciais; definir o espaço geométrico, fornecer proteção termo-acústica; prover os ambientes internos de conforto termo-higroscópico; fornecer segurança contra o fogo e a intrusão de agentes exteriores indesejáveis; fornecer estanqueidade contra gases e líquidos.

A existência de apenas um elemento (a parede de alvenaria) para assumir múltiplas funções de ambos os subsistemas é bastante vantajoso. Isto ocorre não só pelas facilidades construtivas que proporciona, mas também por eliminar problemas que surgem nas interfaces entre os subsistemas.

As facilidades construtivas são fruto:

- de técnicas de execução simplificadas;
- da menor diversidade de materiais empregados;
- da redução no número de especialização de mão de obra ocupada;
- da eliminação de interferências, no cronograma executivo entre os subsistemas.

Com relação a esta última vantagem, pode-se incrementar lembrando que a solução estrutural da alvenaria, não induz a descontinuidades como as verificadas nos projetos de sistemas convencionais, onde as instalações sofrem desvios absurdos ou provocam enchimentos, quando por exemplo, as colunas de queda de esgoto passam por locais onde existem pilares.

Ainda em relação as vantagens do sistema, TAUIL (1994) aponta:

- a alvenaria estrutural elimina os retrabalhos das obras e evita o desperdício.
- além dos blocos, o sistema é composto por “componentes do jogo de montar” que são: caixilhos, degraus de escadas, vergas, contra-vergas e lajes pré-moldadas, combinados a “kits” de instalações elétrica e hidráulica.

Alguns termos muito utilizados na literatura para caracterizar a Indústria da Construção, como descontinuidade, variabilidade e anormalidade, perdem a força com a alvenaria estrutural, pois o sistema oferece caminho para a racionalização de todos processos que a compõem, além de fornecer uma velocidade de execução com economia.

### *2.1.2. Panorama e perspectivas*

A adoção de alvenaria estrutural a bem pouco tempo atrás era recomendada, por autores como HENDRY (1981), para a construção de hotéis, albergues, *flats* e outras construções residenciais, pelas vantagens obtidas quando estas eram construídas em baixas alturas.

Porém o desenvolvimento atual das pesquisas em alvenaria já permite a diversificação de usos das edificações e o seu crescimento em altura. No Brasil nota-se um crescimento gradual de sua aplicação.

Existem obras construídas em São Paulo, com 24 pavimentos, erguido sobre pilotis até o térreo optando-se pela alvenaria estrutural armada em blocos de concreto do primeiro pavimento para cima (ROSSO, 1994).

Além do crescimento em altura que os prédios estão atingindo, arquitetos como Edgard Victor Olaszek que, desde 1981, utiliza a alvenaria estrutural, estão criando algumas soluções mais ousadas. Entre elas, a utilização de alvenarias de blocos cerâmicos, num processo parcialmente armado, onde são empregados vãos de até 7,5m, arcos e balanços preservando a economia do projeto, em apartamentos com até 110 m<sup>2</sup> de área útil destinados a classe média (ROSSO, 1994).

O desafio para a alvenaria estrutural, colocado por OLIVEIRA, (1995) é se manter como opção tecnológica; permitir elevado desempenho ao produto edificações; conquistar altos níveis de produtividade; e baixos níveis de desperdícios de materiais, que na opinião do autor, dependerá de uma boa vontade das empresas em investir em pesquisas e na sua organização.

WEST (1998) afirma que a alvenaria é um sistema simples, versátil capaz de ser usado com grande satisfação e talento, porém o contínuo desenvolvimento da alvenaria exige muitas idéias inovadoras e também a extensão de seu uso em países pela disseminação de informações já disponíveis e continuada cooperação internacional e troca de idéias através de várias associações de alvenarias e conferências.

### *2.1.3. A alvenaria estrutural nos EUA, e na Europa*

A alvenaria estrutural há muito tempo está consolidada nos Estados Unidos e Europa. GRIMM (1997) afirma que os Estados Unidos está atrasado com relação a utilização deste sistema quando comparado com a Europa. O autor atribui este atraso à falta de incentivo ao conhecimento do assunto por parte dos educadores, que são pouco capacitados, desta forma não estimulando suficientemente o pensamento criativo de seus alunos.

GRIMM (1997) também cita a existência de uma relutância por parte dos calculistas em ampliar estruturalmente o uso da alvenaria devido à falta de controle de qualidade do trabalho nos canteiros.

A alvenaria estrutural é amplamente utilizada na Europa. LUCINI (1996), aponta como um dos fatores de seu uso, a facilidade de adaptação destes sistemas a lotes irregulares, sem grandes variações de custos.

Em termos conceituais a tradição do uso da alvenaria na Europa, preserva os ideais de arquitetos expressionistas europeus, tais como Klerk, Kramer e Hóger os quais compartilhavam uma crença comum: de que edifícios deveriam ir além da função e expressar algo mais; edifícios deveriam ser simbólicos e mover o espírito pela excitação da forma, luz ou materiais (PEDRESCHI *et al.*, 1996).

Apesar da tradição, PASCAL (1998) afirma que as suas aplicações permanecem em relativo desconhecimento e não conduziram a inovações espetaculares na Europa, devido à forma simplista de ver a alvenaria como uma montagem de unidades empilhadas sem resistência à tração.

WEST (1998) com uma visão bem mais otimista, ao falar sobre o desenvolvimento da alvenaria estrutural no Reino Unido, cita que a chegada de novos métodos de manufatura, novos materiais e produtos, e novos métodos de cálculo permitiram à alvenaria estrutural ascender a altitudes sem precedentes. Ao mesmo tempo a prática da alvenaria se fragmentou em ofícios separados de projeto, manufatura, construção, ensino e pesquisa.

Este mesmo autor acredita que novos projetos baseados em sua maior parte em informações sobre as propriedades de materiais e estruturas, abrirão um grande mercado para alvenarias mais eficientes e construções a preço baixo.

## 2.2. O potencial arquitetônico da alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural apresenta um potencial de utilização bem maior do que atualmente se observa no país. Conforme mencionado no presente capítulo, várias são as razões que levam profissionais ligados à construção civil a pensar que este sistema apresenta limitações de ordem formais e de uso.

Neste item são apresentados respectivamente a obra do Engenheiro Eládio Dieste, a alternativa de uso da alvenaria aparente e a diversidade de interpretações de uso da alvenaria estrutural, almejando ilustrar que a sua abrangência de mercado depende mais da habilidade do arquiteto do que de supostas limitações do sistema.

### 2.2.1. A obra de Eládio Dieste

Os últimos desenvolvimentos na ciência e tecnologia impõem grandes exigências aos projetistas e exigem uma profunda percepção dentro da arquitetura contemporânea e projetos de engenharia de construções e estruturas. Tais percepções podem ser obtidos com a ajuda de idéias contidas na filosofia de projeto denominado por MIKLUCHIN (1969), de morfotectônica.

Esta filosofia trata da criação e união da arquitetura com a forma estrutural, estuda a influência de aspectos físicos dos materiais de construção e métodos de construção destas formas, e a expressão estética, de resistência e estabilidade, inerentes a estas formas.

Na mão de projetistas criativos, a morfotectônica pode ser uma das mais poderosas ferramentas para obtenção de um mais alto nível de perfeição global em projeto de arquitetura. É caso do trabalho expressivo de Eládio Dieste, que explora a capacidade resistente da alvenaria armada, através do uso de formas elaboradas e complexas (FRANCO, 1993).

Este engenheiro nasceu em 1917, em Artigas, no Nordeste do Uruguai. Graduou-se pela Universidade Montevideu em 1943 (PASCAL, 1998). Logo após formado foi considerado um dos profissionais mais bem sucedidos na prática de Engenharia na América do Sul, juntamente com seu velho amigo estudante, Eugenio Montanez (PEDRESCHI, 1996).

Em 1946, Dieste iniciou pesquisas em alvenaria armada. Sua exploração do potencial do tijolo reforçado começou com uma série de estruturas arqueadas enquanto trabalhava com o arquiteto espanhol Bonet no projeto de "vilas", na costa do Uruguai (PEDRESCHI, 1996).

O contato com este arquiteto fez com que Dieste utilizasse a geometria de catenárias laminarês com material cerâmico. Anteriormente, quando trabalhava em uma empresa construtora de 1945 a 1948, as projetava em concreto armado (SARRABLO, ALMANSA & ROCA, 1999).

Sua primeira obra em alvenaria estrutural foi a Igreja de Atlântida em 1958. A partir dela seus projetos se tornaram mais atrevidos. Seu portfólio de construções é muito amplo e variado incluindo igrejas, torres de televisão, silos, *shopping centers*, fábricas, estação de ônibus e postos de gasolina (PEDRESCHI, 1996). Entre elas destacam-se a Igreja de Durazno em 1967, a famosa "asa de gaivota", o Shopping Montevideu em 1976, e o Mercado de Cereais de Montevideu em 1984. (PASCAL, 1998).

A obra de Dieste estabelece um diálogo de maneira indissociável entre forma e estrutura, de modo que o comportamento estrutural transparece no resultado formal, mostrando-nos que a compreensão de uma estrutura pode, às vezes, resultar surpreendente.

O tijolo, que é um material convencional que compõe a maioria das edificações pesadas, em sua obra, a sua disposição singular atinge leveza (SARRABLO, ALMANSA & ROCA, 1999).

A simplicidade, racionalidade técnica e construtiva, presente em seus projetos é fruto do seu profundo conhecimento das características dos materiais. Dieste afirmava: "*...Para que a arquitetura seja de fato construída, os materiais não devem ser usados sem um profundo respeito a sua essência, e conseqüentemente a suas possibilidades*"...(CLEMENTE & HOZ, 1999).

Dieste, confiando em um hábil instinto estrutural, e sem utilizar os computadores, que hoje seguramente se ocupariam de elaborar os cálculos, realizou abóbadas levíssimas de cerâmica armada de 50m de vão e 12 cm de espessura (PIAGGIO, 1999).

Apesar de utilizar seus conhecimentos matemáticos para elaborar suas formas ricas, Dieste tinha como característica projetual marcante, uma importante compreensão do comportamento estrutural. E considerava que: *"Estas formas ricas e complexas não podem ser feitas rotineiramente,; exigem amor a obra e gosto pelo detalhe"...* SARRABLO, ALMANSA & ROCA, (1999).

Para SARRABLO, ALMANSA & ROCA, (1999) sua obra provoca admiração sem necessitar recorrer a exibicionismos tecnológicos. A elegância das suas formas origina-se do efeito cromático e disposição das lâminas delgadas (de 6 a 12 cm) para otimizar sua capacidade resistente.

Segundo PEDRESCHI (1996), Dieste sempre projetou com grande diligência e habilidade, independente da escala das edificações, e aponta como sua grande realização ter reinventado e desenvolvido a alvenaria armada no caso de paredes e cascas.

Em telhados de cascas desenvolveu um particular efeito de dupla curvatura usadas para animar construções banais. Um corte longitudinal através de uma construção típica, na figura 2.1., mostra uma série de curvas "s" achatadas quase sobrepostas umas as outras. A curva principal, que vence o vão através da largura do edifício, é reforçada pela curva secundária, reduzindo deflexões e prevenindo quebras na casca delgada de alvenaria. O espaço vertical entre cada arco cria um elegante padrão de silhueta e luz natural (PEDRESCHI, 1996).

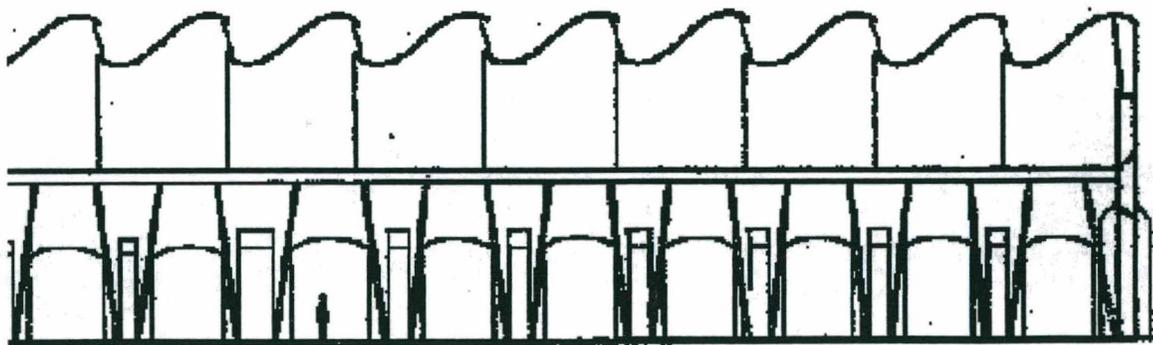


Figura 2.1. - Corte longitudinal do Depósito J.H.O. na Espanha (PEDRESCHI, 1996).

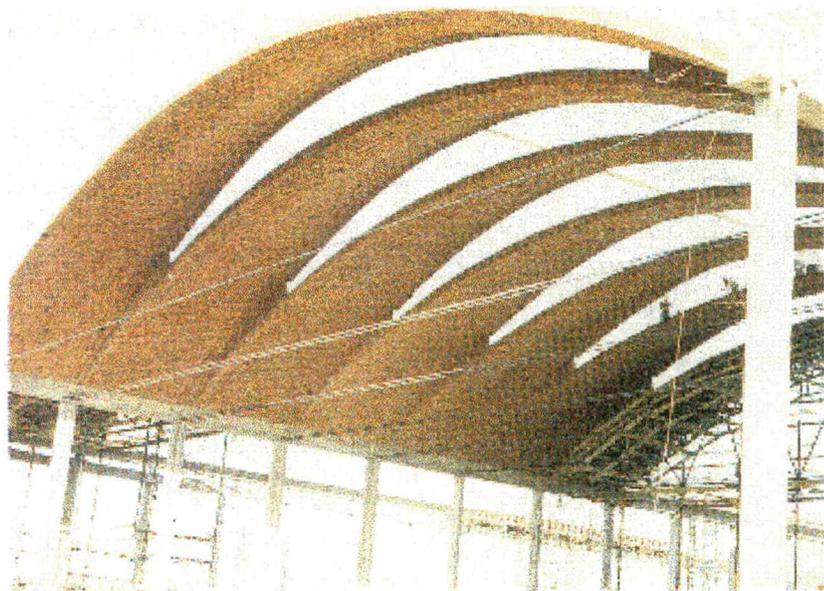
Com relação aos telhados de Dieste, SARRABLO, ALMANSA & ROCA, (1999), consideram que estes são um dos aspectos de seus edifícios que fazem com que os arquitetos deste final de século admirem tanto sua obra. Ao utilizar telhados não planos, Dieste está conectado com tendências modernas por parte da vanguarda arquitetônica (Koolhaas, Holl, Ito, Mirales, Zaera).

Dieste restabeleceu uma leitura para a "onipresente" casca de concreto usando uma alternativa mais econômica e rápida: o tijolo armado. Este não é simplesmente um retorno ou uma redescoberta da técnica tradicional, mas uma interpretação contemporânea do material. As cascas de alvenaria eram leves, usadas com menos cimento e poderiam ser erguidas anteriormente à construção (figura 2.2.). Portanto ele encontrou o critério para eficiência e velocidade, tão importantes na moderna construção (PEDRESCHI, 1996).

O teto do *Shopping Center* em Montevideu tem apenas 13 cm de espessura para um vão de 50m. Como as tensões são concentradas em áreas muito limitadas, Dieste pode reduzir o reforço aparente ao mínimo (PASCAL, 1998).

PASCAL, (1998), aponta como vantagens destas estruturas "lights":

- Economia de materiais;
- Estrutura de carregamento menos massiva;
- Economia da construção.

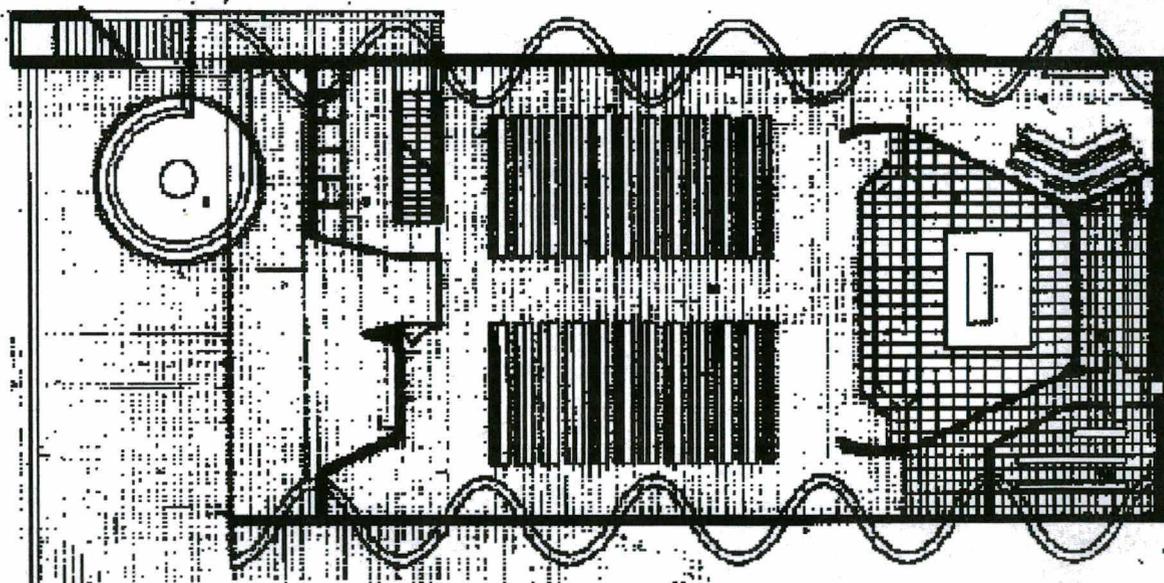


**Figura 2.2.** - Telhado com dupla curvatura em construção, na Espanha (PEDRESCHI, 1996).

PEDRESCHI (1996) afirma, que Dieste introduziu modernidades na construção de igrejas; as quais não tem nada em comum com as catedrais tradicionais.

Nas igrejas de Atlantida e Durazno percebe-se um espaço atrativo com um bom funcionamento litúrgico, e que em alguns casos provocam emoções ao serem visitados, no qual, segundo CLEMENTE & HOZ (1999), os protagonistas são os usuários.

Na igreja de Atlântida a geometria espacial das paredes aumenta muito o momento de inércia, embora a espessura da parede seja limitada. No nível do chão o plano é um simples retângulo. Este plano muda a medida que se eleva, definindo uma curva senoidal, ilustrada na figura 2.3., até o nível do beiral criando paredes onduladas, descritas por PEDRESCHI (1996) como "fantásticas".



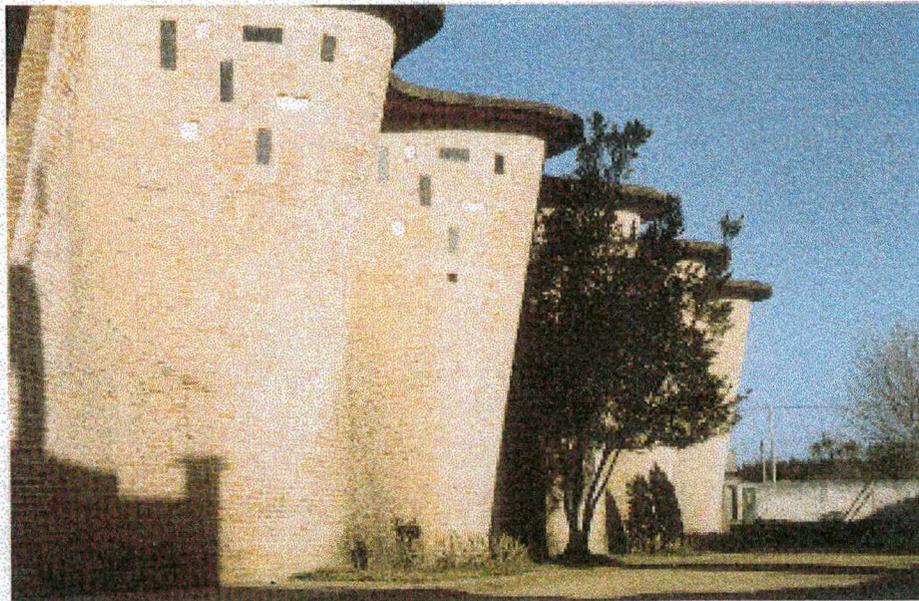
**Figura 2.3.** - Planta baixa da Igreja de Atlântida (PEDRESCHI, 1996).

Este mesmo autor cita que, é praticamente impossível imaginar tais paredes em concreto convencional, um material que é distinguido por ser altamente maleável e plástico, mas que geraria uma execução bem mais complexa. Em tijolo a construção é de fato obtida de forma mais fácil.

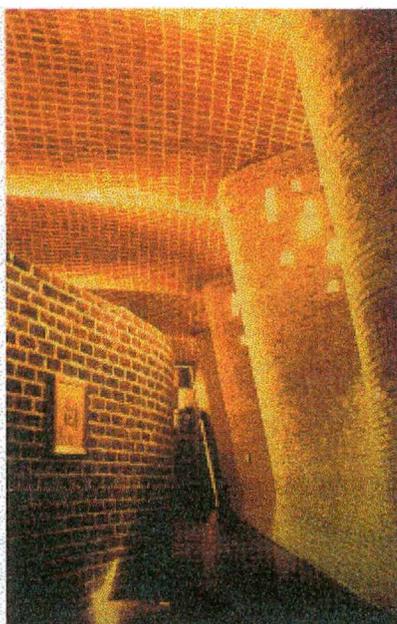
PEDRESCHI (1996) descreve o modo como a construção é desenvolvida; uma curva seno é sustentada por andaimes de madeira no nível do beiral e então com o curso de uma série de linhas verticais até a linha reta horizontal do chão, as alvenarias são erguidas com uma guia simples. As curvas complexas são reduzidas a uma série de linhas retas. As curvas também enrijecem relativamente paredes delgadas, as quais deveriam por outro lado, necessitar de contrafortes (figura 2.4.).

Dieste construiu a maior parte de seus edifícios ganhando as licitações as quais participava, que comprova que suas obras eram mais econômicas (PIAGGIO, 1999).

PASCAL (1998) relata que esta economia se dava, porque Dieste partia do princípio de que a forma do elemento tem que contribuir para a estabilidade da construção. Neste caminho pode-se reduzir a espessura de elementos e economizar no reforço.



**Figura 2.4.** - Fachada da Igreja de Atlântida.



**Figura 2.4. (a).** - Interior da Igreja de Atlântida

A construção em tijolo armado demonstrou ser inteiramente apropriada para o Uruguai onde ambos: o madeiramento para concreto armado e o aço tem de ser importados (PEDRESCHI, 1996).

Segundo SARRABLO, ALMANSA & ROCA (1999), Dieste entendeu que o movimento moderno surgiu em países nos quais o avanço da tecnologia e a indústria acompanhavam os ritmos da produção arquitetônica, contexto este diferente em seu país.

Em seus trabalhos Dieste evitou importar tecnologias em desacordo com os recursos de seu país, sem focar o folclórico. Desta forma, o tijolo foi difundido em todo Uruguai; hoje em dia este processo de construção seria chamado de sustentável (PEDRESCHI, 1996).

Cabe enfatizar, que os inegáveis valores estéticos, técnicos e econômicos presentes em sua obra, é sustentado pela sua enorme cultura literária, científica e técnica que faz com que suas construções sejam merecedoras de um amplo reconhecimento. (CLEMENTE & HOZ, 1999). O trabalho de Dieste foi além da estrutura. Através dele Dieste tentou achar uma solução estética que casa-se bem com seu uso estrutural e como material. A exemplo de Gaudi, ele também teve dificuldades de se colocar diante de tendências contemporâneas (PEDRESCHI, 1996). Porém, segundo (PASCAL, 1998), a OEA - Organização dos Estados Americanos, o apreciou em 1991; sendo o primeiro arquiteto a receber o *Cultural Award*.

### 2.2.2. Diversidade de interpretações - a utilização de alvenaria aparente

Na Europa e nos Estados Unidos, o uso da parede dupla propicia uma maior exploração dos materiais aparentes, visto que a parede interna tem a função estrutural, e algumas vezes recebe as tubulações, deixando a parede externa livre para receber um tratamento estético mais esmerado.

Porém poucos arquitetos fora destas localidades, fazem uso dos materiais aparentes. A cultura da valorização do material estrutural foi esquecida pelos nossos arquitetos após o uso maciço do concreto armado.

Alguns nomes expoentes de nossa arquitetura são favoráveis ao uso do material aparente. BRATKE (1996) por exemplo, afirma não gostar de "maquiar" a construção, dizendo-se adepto ao brutalismo. Este arquiteto em seus projetos objetiva conseguir impacto através da volumetria.

Várias são as características desejáveis nos tijolos e blocos como materiais de vedação e estrutural. Representam a unidade básica no sistema de construção, de tamanho adaptável a mão do homem, pré-fabricado, resistente ao fogo, indissolúvel na maioria dos líquidos, altamente resistente a abrasão e forças de compressão, universalmente disponível, acabado ou inacabado em uma variedade de cores, texturas, e formas. E esta é a excelência da criação latente do trabalho em tijolo: sua natureza polifuncional.

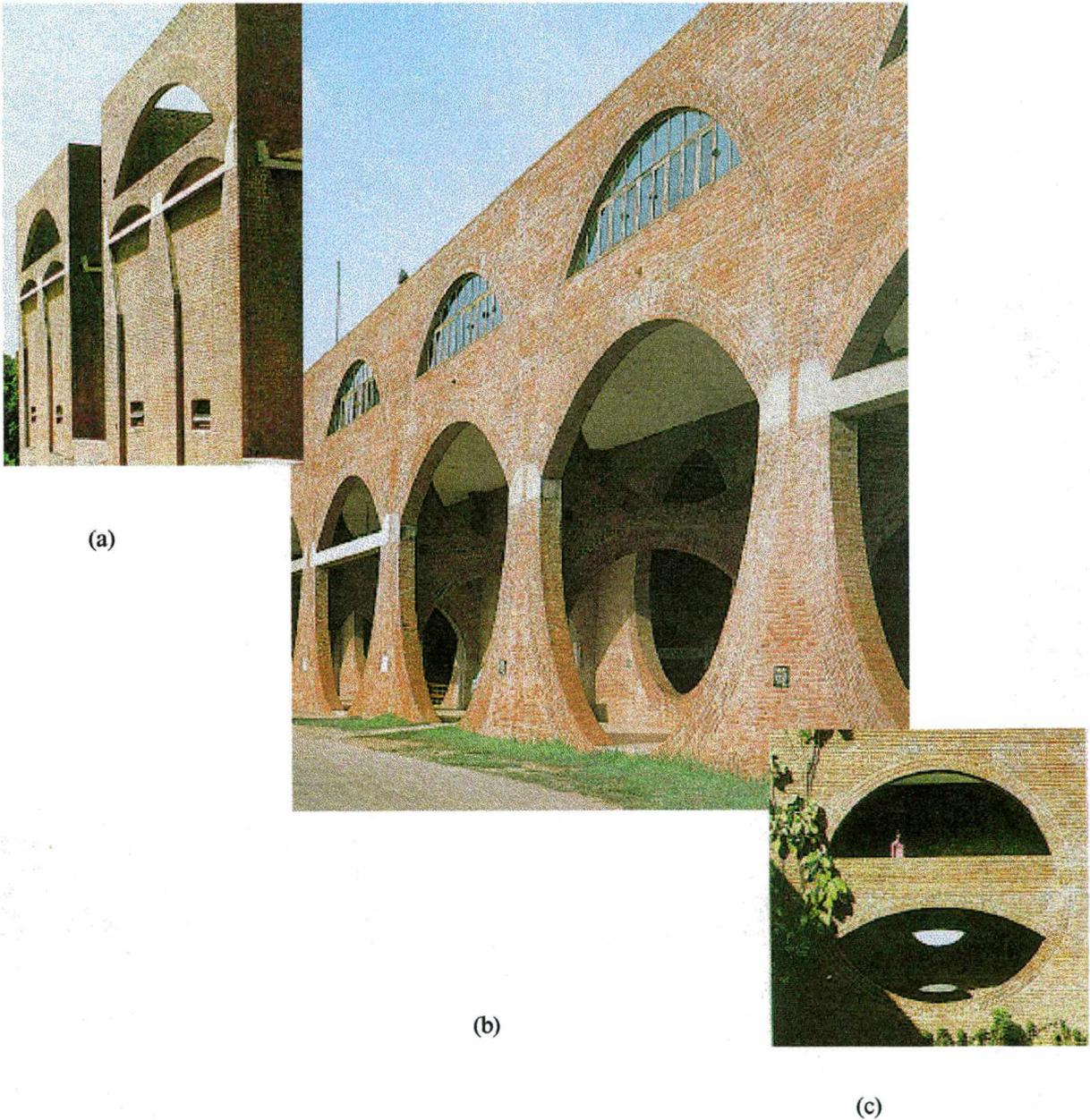
A ótima utilização do tijolo ocorre quando todas estas qualidades são exploradas. O famoso arquiteto Mies Van der Rohe afirmava: "*Arquitetura começa quando dois tijolos são dispostos cuidadosamente juntos*" (ANGERER, 1969).

Vários arquitetos modernistas aliaram o uso do concreto armado com o tijolo aparente, entre eles, em um primeiro momento: Wright, Dudok, Mies, Aalto, Saarinen, em um segundo momento Gaudi, Berlage, De Klerk, Bonatz, Fahrenkamp, Höger, Berenhs e Kanh (ALCOCELLA, 1987) .

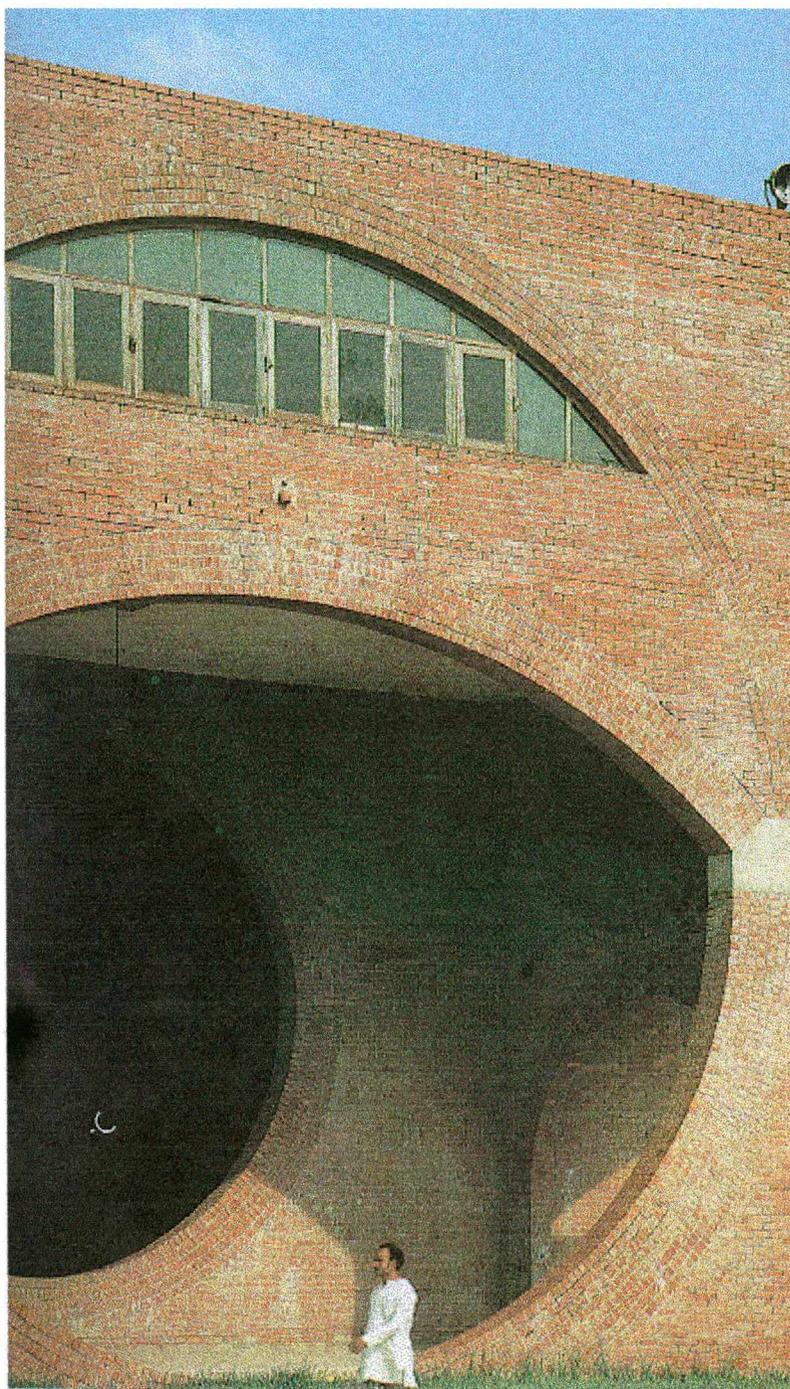
O arquiteto suíço, Louis Kahn, que teve o reconhecimento internacional de sua obra no início dos anos 50, sempre respeitou a lógica intrínseca de cada sistema construtivo empregado, alegando que este deve ser identificável em uma obra, e ser formulado de acordo com uma tradição construtiva racional.

Com seu amplo repertório de soluções (ver figuras 2.5 e 2.6), demonstrou que as aberturas nas paredes de alvenaria estrutural não representavam problemas, e sim uma solução formal de alta expressividade.

Segundo ALCOCELLA (1987), Louis Kahn afirmava que a abertura lógica em uma parede de tijolo é o arco. Para Kahn, o tijolo deve ser usado como arco, pois resiste a compressão e o concreto como viga, já que resiste à tração (CABRAL,1992).



**Figura 2.5.** - Obras de Louis Kahn: (a) Indian Institute of Management ad Ahmedabad (1963-740, (b) Ospedale Ayub a Dacca (1962-74), (c) Residenze dei deputati a Dacca (1962-74), (ALCOCELLA, 1990)



**Figura 2.6.** - *Ospedale Ayub a Dacca* (1962-74), (ACOCELLA, 1990).

CABRAL (1992) considera o tijolo um material que estimula a criatividade do projetista, pois possibilita a utilização de geometrias em relevo, a ornamentação decorativa, e permite ao arquiteto tirar partido de sua variação cromática. Além de resistir aos agentes atmosféricos, de modo a não solicitar operações inesperadas de manutenção ou substituição.

O tijolo anteriormente projetado estruturalmente de forma instintiva pode agora funcionar como um elemento sujeito a esforço, em um sistema de construção precisamente criado com uma significativa solicitação. É um material que pode ser potencialmente explorado estruturalmente. Segundo RANDOM HOUSE *apud* ANGERER (1969) potencial é um "estado de excelência latente o qual pode ou não ser desenvolvido". Esta excelência não depende somente da excelência do tijolo, e sim de forças externas. O nível no qual o potencial é realizado depende do balanço entre as condições que fazem o tijolo estrutural utilizável e as condições as quais o tornam obsoleto.

A qualidade de resistir à compressão da alvenaria pode ser explorada na forma de paredes retangulares, de contrafortes, e no uso de arcos para vencer vãos. A competitividade econômica também influencia a forma das construções. A economia resulta da simplificação logística porque com a facilidade de manuseio e planejamento, há mais coordenação. Simples, universalmente reconhecida, esta técnica de construção pode ajudar no controle dos custos. Mas a grande economia resulta quando paredes, divisões e barreiras especiais e outras necessidades são colocadas para trabalhar, ou seja possuem função estrutural.

MIKLUCHIN (1969) faz uma reflexão poética ao dizer: *"o uso do tijolo como material de construção primário possibilita-nos a projetar uma edificação a qual parecerá ter sempre existido e envelhecerá graciosamente."*

Assim como o tijolo, os blocos também podem ser utilizados sem revestimento externo. Os blocos cerâmicos, que possuem textura e cor semelhantes ao tijolo, igualmente apresentam um grande potencial de uso aparente.

Os blocos de concreto no Brasil não possuem tradição de serem utilizados de forma aparente, talvez por que muitas fábricas não produzam blocos para serem utilizados sem reboco. A figura 2.7. mostra edificações em blocos de concreto aparente, que fogem das formas prismáticas amplamente utilizadas em nosso país. e a figura 2.8 apresenta detalhes possíveis de serem executados em blocos de concreto; elementos vazados, e elemento decorativo resultante da mudança de disposição do assentamento dos blocos, resultando um efeito visual agradável.



**Figura 2.7.** - Fábrica em San Luis, Argentina (ZECCHETTO, 1998).



**Figura 2.8.** - Detalhes de fachadas em blocos de concreto.

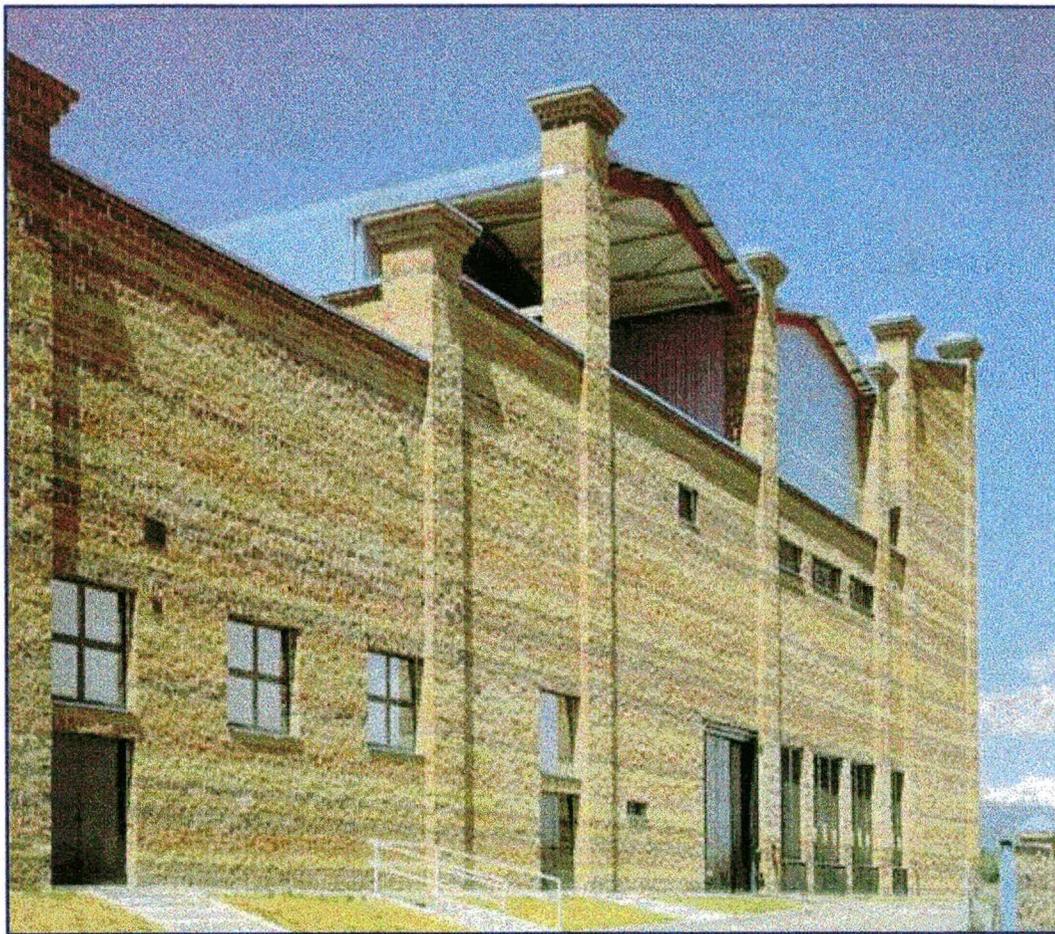
Os blocos de concreto, no Brasil recentemente começaram a ser produzidos com outras cores além do cinza. Esta pigmentação é obtida através do uso de óxido de ferro sintético, o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

CONCEIÇÃO (1998), aponta como grande vantagem destes blocos em relação ao reboco pintado, o fato de que a pigmentação conferida pelo óxido de ferro tem a mesma durabilidade da obra. Mesmo exposta a intempéries e à poluição, a cor de uma superfície com estes blocos, pode durar até 25 anos, e para reavivá-la basta lava-la.

Além das razões acima colocadas o arquiteto deve esforçar-se na utilização dos componentes da alvenaria aparente, para valorizar e explicitar o sistema construtivo em questão. Alguns exemplos podem ser vistos nas figuras 2.9 a 2.12.



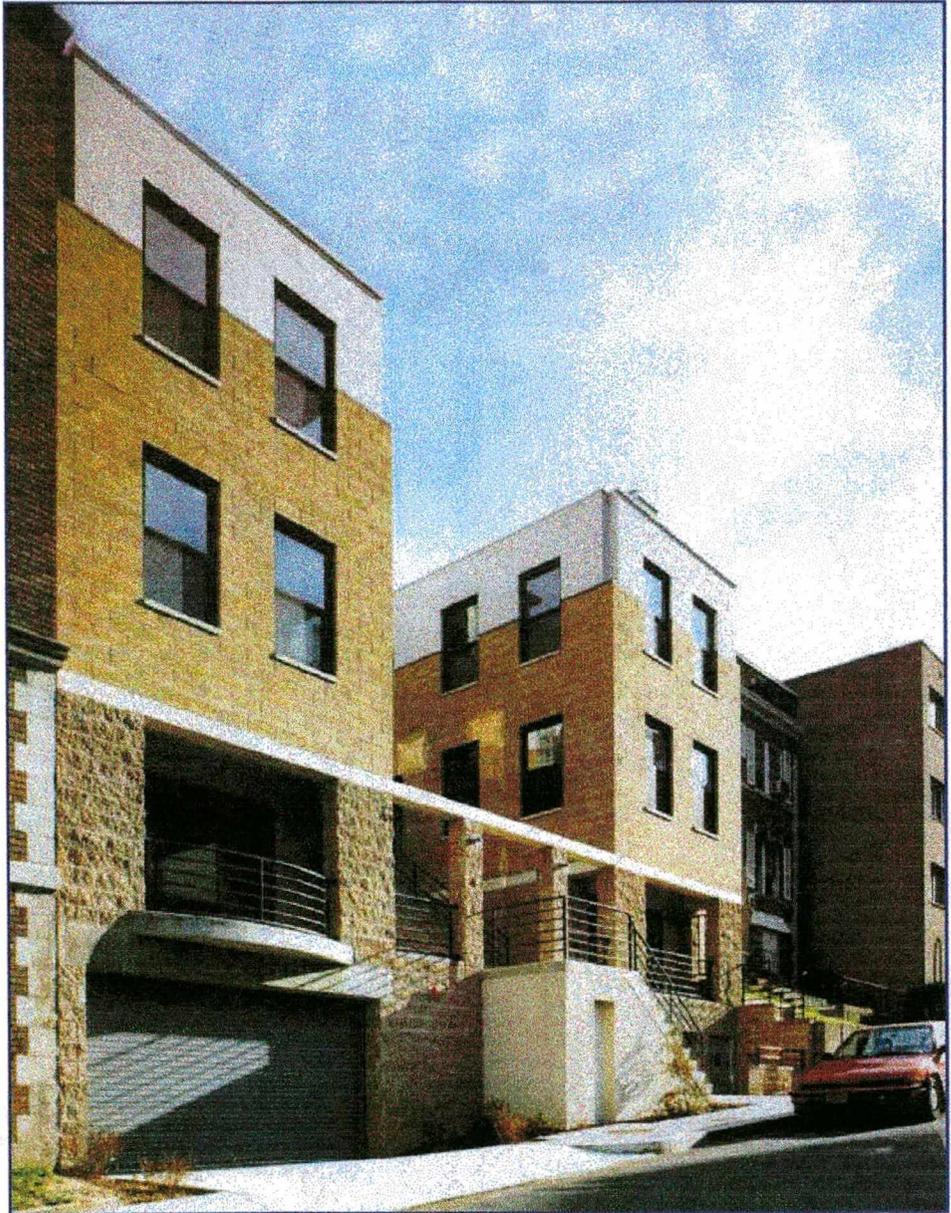
**Figura 2.9.** - Edifício com blocos de concreto aparente texturizados



**Figura 2.10.** - Edifício com blocos de concreto aparente coloridos.



**Figura 2.11.** Casa em blocos de concreto aparente



**Figura 2.12.** - Edifício com blocos de concreto aparente.

### 2.2.3. Flexibilidade em projetos para alvenaria estrutural

O crescimento da demanda por espaços personalizados é uma realidade dos últimos tempos. BRANDÃO & HEINECK (1998) baseados em estudos da comissão *W82 do CIB* (Bordeau, 1994)<sup>1</sup>, afirmam que a individualização e flexibilidade do morar são tendências para os próximos quinze anos .

É necessário que as empresas, incluindo as equipes de projeto preparem-se para conviver com esta grande variabilidade de projetos, principalmente no que se refere à ambientação, e passem a motivar estas alterações antes da construção.

Para isto faz-se necessário que se utilizem formas mais adequadas de representação dos projetos direcionadas às pessoas leigas, assim como campanhas de orientação de forma que as pessoas comecem a se conscientizar dos desperdícios e do aumento dos custos provocadas por modificações tardias (SALDANHA & SOUTO 1998).

O uso da alvenaria estrutural está erroneamente vinculado a edificações destinadas a faixas de clientes com baixo poder aquisitivo e com nenhuma capacidade de proporcionar flexibilidade de uso. Uma das formas de reverter este quadro é mostrar que com a mesma forma de produção do produto final, pode-se chegar a um bom nível de qualidade e de desempenho para diversos padrões destinados a segmentos de mercado diferenciados. LUCINI (1996) chama este processo de produção de Uniformidade Tecnológica e Produtiva.

Este conceito está se consolidando entre médias e grandes empresas construtoras para produtos dirigidos a segmentos diferenciados do mercado, e baseia-se fortemente na racionalização e otimização de técnicas e processos tradicionais, componentes especializados e fundamentalmente na flexibilidade produtiva para absorver as flutuações de mercado e as condições dos financiamentos para produção e consumo.

Esses sistemas e processos devem portanto, atingir altos níveis de racionalização e até industrialização, e também garantir flexibilidade de utilização suficiente para possibilitar a produção em escala, em boa parte do território nacional de edifícios para diversas faixas de mercado LUCINI (1984). Este autor afirma que não se reconhece

---

<sup>1</sup> W82 - *Working Commission 82* é a comissão do CIB - Conseil International du Batiment, que se ocupa com estudos sobre o Futuro da Construção e Projetos de Desenvolvimento Sustentável.

como fundamental para a formação de engenheiros e arquitetos, o estudo dos processos de produção do espaço.

Esta habilidade de gerar espaços adequados, e com capacidade de diferenciação de ambientes oriundos de uma mesma matriz de projetos deveria ser muito mais explorada na prática, sem prejuízo das necessidades de construtibilidade, racionalização construtiva e produtividade. A criatividade do arquiteto e sua habilidade geométrica espacial é fundamental para criação de mais de uma opção de planta.

A estratégia de inserir flexibilidade aos projetos residenciais por parte dos incorporadores pode trazer benefícios para o aspecto comercial dos imóveis pela possibilidade de satisfazer uma demanda cada vez mais individualizada (BRANDÃO & HEINECK, 1998). Estes autores afirmam que mesmo os projetos que não são tão flexíveis, podem proporcionar variadas alternativas funcionais.

Colocadas estas considerações sobre os cuidados ao se conceber um espaço, pode-se discorrer por diversos conceitos relativos a transformação dos espaços. A seguir são apresentados os conceitos mais expressivos arrolados por BRANDÃO & HEINECK (1998):

- **Reversibilidade:** É a obtenção de soluções variadas que proporcionam um grande leque ou opções de utilização, com um mínimo de modificações construtivas ou até mesmo sem nenhuma modificação.
- **Flexibilidade:** Pode ser descrita como a liberdade de reformular a organização do espaço interno, definido rigidamente por um contorno periférico perimetral. É conceito comum em edifícios comerciais, caracterizando-se, principalmente pelo uso de divisórias não portantes, lajes planas, marginalização da área molhada em relação à seca e utilização de formas geométricas simples (RABENECK *et al.*, (1974). Esta conceituação refere-se à flexibilidade de composição, visto que a flexibilidade ainda pode ser denominada de flexibilidade de uso e de produção. Os autores subdividem esta flexibilidade de composição em três categorias, que se enquadram na flexibilidade de uso:
  - **Flexibilidade permitida:** Entendida como uma ampla liberdade de modificação dada ao usuário pela construtora, para personalizar os seus ambientes.

- **Flexibilidade planejada:** É um estudo realizado pelas construtoras, nas quais variantes de projeto são previamente oferecidas para um mesmo apartamento para que o usuário opte.
- **Flexibilidade de adaptação:** Consiste em deixar que o morador, através de modificações construtivas simples, complete o seu ambiente. Nesta situação, a construção define as áreas molhadas e algumas paredes fixas, deixando a definição final por conta do usuário (Albers *et al.* 1989).
- **Adaptabilidade:** É um critério que visa a descaracterização funcional das peças de uma edificação de forma a dar-lhes alternativas de uso
- **Agregação de funções** É obtida atribuindo-se a um mesmo local várias funções compatíveis ou compatizáveis.
- **Neutralidade:** São definidas peças com nenhuma utilização previamente especificada.

A flexibilidade durante a construção, se mostra importante para encurtar a distância entre o projeto básico inicial e aquilo que realmente o cliente idealiza.

Como a alvenaria estrutural é um sistema composto de alvenarias de vedação e com função estrutural o rearranjo de paredes é muito delicado. As paredes que podem ser removidas são as de vedações. O ideal é que as personalizações sejam feitas a nível de anteprojeto para não comprometer o andamento do processo executivo.

LUCINI (1996) acrescenta que, às limitações espaciais dos sistemas em alvenaria, decorrentes da presença obrigatória das paredes estruturais e de travamento, estão sendo superadas com a introdução de lajes de vãos médios (5 a 6m) a custo reduzido, com o estudo de novas alternativas de cálculo e de organização das paredes estruturais para possibilitar aberturas maiores, e com a simplificação das estruturas de transição entre os pavimento tipo e inferiores liberando os subsolos térreos e mezaninos para outras utilizações diferenciadas como estacionamento, comércio e produção.

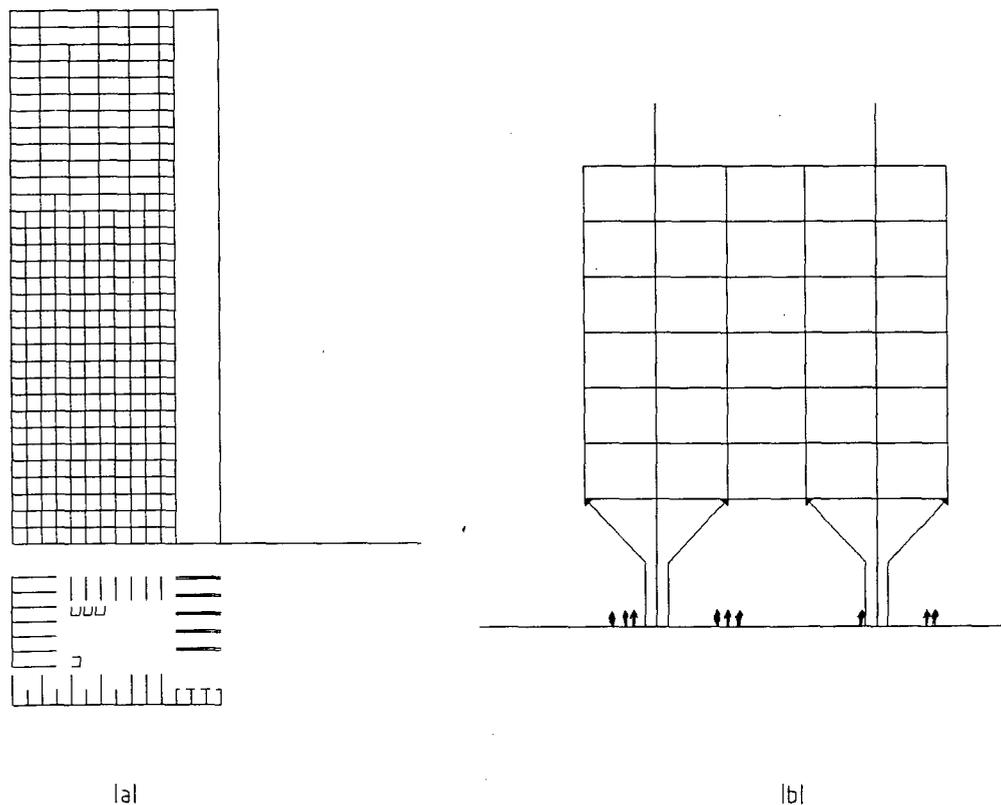
Outro modo de evitar interferências no projeto por parte do usuário ou cliente final, é na fase de estudo de viabilidade contar com o apoio de pesquisas mercadológicas (ver Capítulo 4, item 4.3.1), que tracem o perfil do usuário e suas preferências quanto à ocupação do espaço e de avaliações pós-ocupação que,

certamente, resultarão em projetos mais adequados às necessidades dos clientes (SALDANHA & SOUTO, 1998).

As modificações na fase de uso na maioria das vezes não são de simples execução e prática reversibilidade. Em geral envolvem reformas com modificações construtivas e perdas de material.

Com relação a medidas que podem ser tomadas para possibilitar o crescimento vertical das edificações em alvenaria estrutural, FRANCO (*et al.*1991) citam a utilização racionalizada de pilotis que possibilitam o uso do processo construtivo em uma faixa maior de empreendimentos.

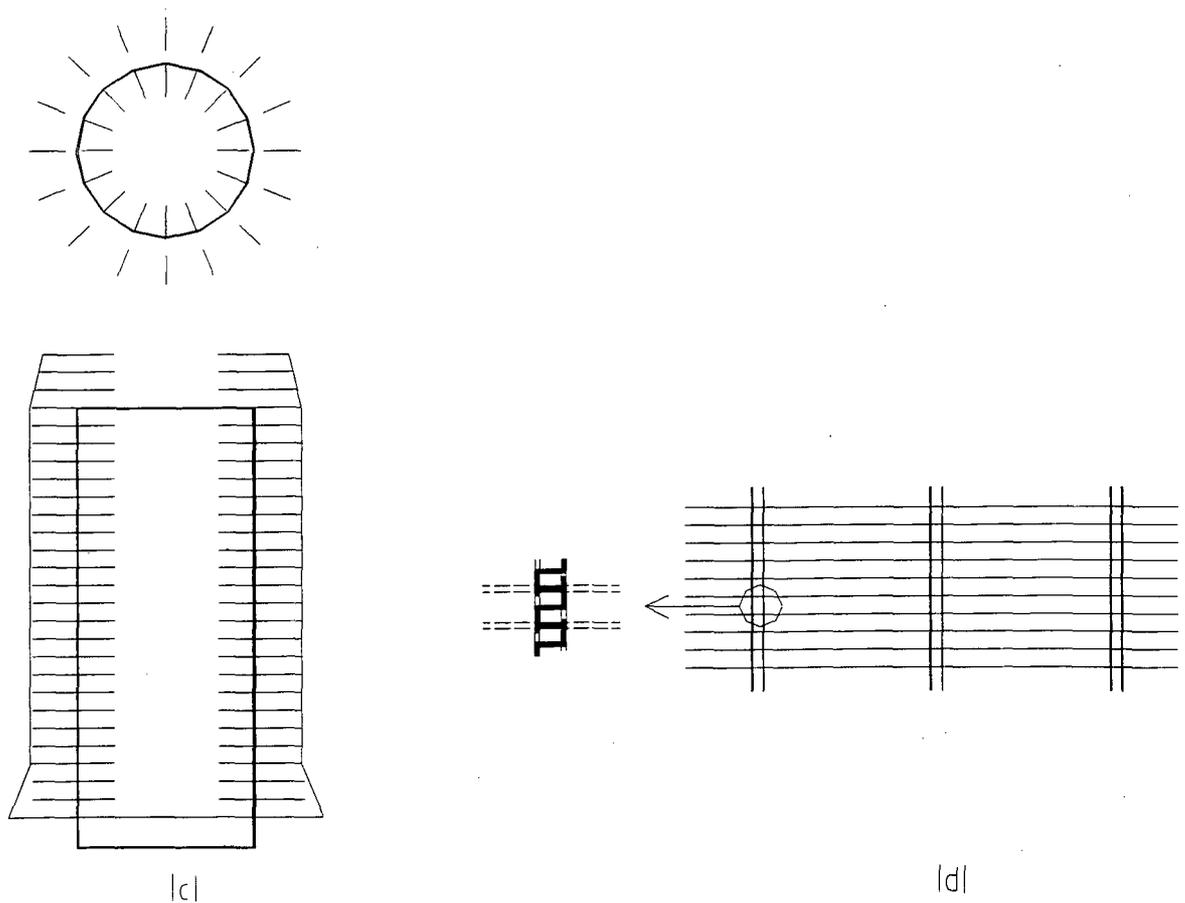
ANGERER (1969) afirma que, a retirada de paredes partindo-se do térreo em direção ao topo da edificação, permite reduções de cargas gravitacionais, permitindo o aumento dos compartimentos de acordo com o crescimento vertical do prédio. Como mostra a figura 2.13.a..



**Figura 2.13.** - (a) Redução de paredes com o aumento da altura da edificação. (b) Utilização de pilares misulares no térreo.

O mesmo autor em seus estudos sobre a compatibilidade do material e seu potencial estrutural, avança fazendo algumas suposições que poderiam flexibilizar o uso da alvenaria estrutural:

1. A utilização de pilares misulares no térreo das edificações além de criar um grande vão, possibilita o uso de paredes intermediárias entre os eixos de cada pilar. Conforme figura 2.13.b..
2. Com a utilização de enrijecedores na forma de paredes que alojam aparelhos mecânicos, ou para a passagem de dutos, conforme ilustra a figura 2.13.d., poder-se-ia obter estabilidade com o mínimo de material.
3. A forma circular, representada na figura 2.13.c., é extremamente estável e é adaptável a muitos tipos de construções, por exemplos: hospitais, moradias, e estacionamentos, e ela é eficiente para aplicações em subsolos onde forças horizontais são constantes em todas direções.



**Figura 2.13.** - (c) Utilização da forma circular. (d) Utilização de paredes enrijecedoras.

### 2.3. Importância do projeto

A etapa de projetos é, geralmente, uma parte do processo da construção, vivenciada empiricamente. GUS (1996) afirma que dado o grande número de intervenientes independentes (particularmente escritórios de projeto) interagindo num curto espaço de tempo, esta experiência é na realidade, cercada de conflitos e pressões.

Apesar de sua importância primordial na qualidade das edificações, SCARDOELLI (1995) aponta uma série de fatores que evidenciam a cultura de desvalorização da atividade de projeto, e que colaboram para que o projeto origine patologias, não conformidades e problemas de pós-ocupação:

- Os projetos de configuração do prédio (arquitetônico, estrutural, geotécnico e de instalações) geralmente são desenvolvidos em seqüência, por projetistas independentes e sem interações, sendo a empresa o único elo entre os mesmos. Esta sistemática de trabalho gera incompatibilidade, muitas vezes identificadas em fases bastante avançadas da obra e que normalmente são solucionadas de forma insatisfatória ou com alto custo. Como resultado deste processo dissociado, a construção sofre com o aumento dos custos de produção e atrasos na duração das obras.
- São poucas as empresas que dispõem de equipes próprias de projeto arquitetônico dentro da própria empresa, enfatizando uma das características históricas do sistema tradicional de construção, que é a separação entre projeto e execução. Grande parte destas trabalham com escritórios de projeto e apontam como origem de seus maiores problemas fatores externos a empresa, relacionados principalmente com a falta de entrosamento entre projetistas e executores. A iniciativa das empresas de realizar o projeto arquitetônico indica a preocupação em manter o padrão construtivo da empresa, resguardando-se da adoção de novas soluções
- Obras iniciam sem que os projetos estejam prontos e detalhados, sendo bastante comum o projeto e a execução se desenvolverem simultaneamente

O papel do projeto é o provimento das necessidades tanto dos clientes internos - agentes envolvidos no processo de produção da edificação, quanto dos externos - o usuário final, visando uma determinada tecnologia e dentro de custos pré determinados (SILVA, 1995). Para viabilizar o produto final deve-se buscar a melhor relação possível entre os recursos empregados e resultados obtidos.

Dentro desta visão do processo, o conteúdo de um projeto é fator determinante do desempenho técnico, econômico e social dos processos que lhe sucedem no sistema, ou seja, o processo de construção, o processo de utilização da edificação e o processo de atividade humana (SILVA, 1986).

Analisando a participação do projeto no processo construtivo, SCARDOELLI (1995) cita que o projeto permite planejar não só a forma do produto final, mas também define uma série de aspectos da edificação que têm grande influência na produtividade, no tempo de execução e qualidade do processo.

A partir de definições como a forma geométrica da edificação, dimensões, a sua localização no terreno, as soluções estruturais, os materiais e o padrão de acabamento e detalhamento, são estabelecidas as principais condições de execução.

Uma forma complexa de produção pode ser criada, como exemplifica SILVA (1986), a partir da adoção de formas geométricas, de elementos estruturais, de elementos de vedação e da relação entre as partes de execução. O mesmo enfatiza porém que quando a forma dos elementos foge às formas convencionais, não há necessariamente um incremento de complexidade nas operações, mas há um efeito de resistência a mudanças por parte das equipes envolvidas, que afeta a produtividade.

SILVA (1995) complementa, afirmando que o conteúdo do projeto interfere ainda na possibilidade de ocorrência de perdas de materiais e erros de execução, bem como a qualidade final do serviço executado.

Portanto o arquiteto deve possuir uma boa formação sobre processos construtivos e os materiais empregados, para que as informações contidas no seu projeto, guardem um grau de precisão e detalhe coerentes com o processo de produção, para que este seja transparente, sem a introdução de variáveis incontroláveis e geração de dúvidas durante a obra.

### ✓ 2.3.1.O papel histórico do arquiteto

Na Idade Média os pedreiros que construíram os grandes monumentos da humanidade eram artesões que projetavam templos, manufacturavam adobes ou preparavam linhas de produção para pedras extraídas de minas e areias da praia. Além de contribuírem para a construção, preocupavam-se em monitorar o ensino de aprendizes, e pesquisavam através de tentativas novas idéias (WEST, 1998).

Então nesta época anterior a Revolução Industrial, engenheiro, arquiteto e construtor eram a mesma pessoa. Com a Revolução Industrial surgem novos processos industriais, a produção em larga escala de edificações com novos usos, novas tendências de construção, e a aplicação de novos materiais, diferentes de pedras, dando um impulso maior a Engenharia. Esta evolução tornou as construções mais complexas, fazendo com que surgissem o arquiteto projetando, e o engenheiro viabilizando meios para construí-las (NIEMEYER *apud* MELHADO 1984).

Na Idade Contemporânea surge o Movimento Moderno na arquitetura, que entre outros adventos, estimulava aos arquitetos a compreenderem a estrutura, defendendo que a evidência do desempenho estrutural deveria transparecer na forma.

Este preceito do Modernismo é defendido atualmente por muitos autores. O entendimento estrutural faz com que o arquiteto ao invocar uma estrutura não comprometa o processo construtivo de modo a onerá-lo.

Para MIKLUCHIN (1969) a estrutura deve estar completamente fundida à forma, um projetista moderno age como um escultor quando ele cria uma forma de uma massa de um material amorfo. O autor considera que toda grande arte aspira à perfeita harmonia e identidade da forma e estrutura.

Se por um lado a Arquitetura Moderna se expressava através da estrutura, com a crescente preocupação dos arquitetos em demonstrar sua presença em suas obras, impulsionadas também com o deslumbramento do uso em larga escala do concreto, outros atributos foram suprimidos ou simplificados, tais como atributos estéticos e simbólicos.

MUNFORD (1986) afirma que ocorreu uma supressão da necessidade de expressão das obras, pelo fato dos arquitetos considerarem que as formas de simbolismo mais antigas nada diziam ao homem moderno. Como consequência houve um empobrecimento da arquitetura presente até nossos dias.

A crescente especialização exigidas da edificação tem como reflexo nas atividades processo de projeto a presença de muitos profissionais com diferentes formações e diversos pontos de vista sobre o mesmo projeto, o que cria algumas dificuldades. Na prática, segundo SCHMITT (1998) os projetistas confiam fortemente na sua experiência de maneira que não fazem trocas.

MARK (*apud* MELHADO 1994) enfatiza esta demasiada especialização e separação das funções, citando que há por parte dos arquitetos uma confiança exagerada na intervenção dos consultores de Engenharia.

GRIFFTH (1997) afirma que atualmente o arquiteto assume o papel de *designer*, especificador e supervisor da produção. Enquanto *designer*, deve interpretar e apresentar o programa de necessidades do cliente, como especificador é responsável pelas especificações e emissão da documentação e como supervisor compromete-se com a manutenção e controle do projeto durante sua execução no canteiro.

Para a redução destas dificuldades, MELHADO (1994) afirma que não se trata de redefinir atribuições de engenheiros e arquitetos, mas sim de criar novas formas de relacionamento entre eles para agregar eficiência e produtividade à produção e qualidade ao produto final.

Para tal deve-se utilizar de uma série de mudanças gerenciais sem as quais o processo não atenderá aos objetivos esperados (MOURA 1998).

### 2.3.2. A relação projetos x custos

Os custos da elaboração de projetos, bem como de suas alterações são baixos, quando comparados aos custos de construção e de utilização. Porém as decisões tomadas nesse processo são os elementos de maior influência sobre os custos destes últimos processos (MELHADO(1994), GUS (1996), SCARDOELLI, (1995)) . Qualquer medida tomada após a etapa de projeto, terá uma grande interferência nas etapas de produção enquanto que as tomadas nesta fase têm interferência apenas no trabalho dos projetistas. (MELHADO, (1994), FRANCO (1993)).

O projeto vem sendo apontado como um dos fatores que exercem maior influência sobre o custo final do empreendimento. Nesta fase, quando poucas despesas foram realizadas, existe ampla possibilidade de influenciar favoravelmente o custo. A medida que o empreendimento evolui, as chances de influência se reduzem de modo considerável (MESEGUER *apud* SCARDOELLI, 1995).

O projeto apresenta um baixo custo em relação ao empreendimento, pois nesta fase poucas despesas foram realizadas, porém este fator encobre a real importância do projeto dentro do empreendimento (PICCHI, 1993).

O custo das decisões de projeto não se restringem às especificações de ordem dimensional e da qualidade dos materiais, mas também da situação das operações na programação da obra. Porém os projetistas tem dificuldades em levar em conta os custos das operações que suas decisões determinam. ESTONE (*apud* SILVA, 1986) explica que estas dificuldades são provenientes, em parte, do sistema de orçamentação por insumos unitários que não reflete as reais condições de construtividade e continuidade na execução dos elementos do projeto .

Um grande número de empresas já estão tendo consciência de que muitos problemas que surgem nos canteiros e no departamento de manutenção e atendimento ao cliente tem sua origem nos projetos. Além disto, esta etapa em particular, tem sido alvo de constantes estudos, que referenciam o papel estratégico desta atividade para a melhoria da qualidade da edificação. A partir desta nova visão, as empresas passaram a dedicar atenção especial a esta etapa, implementando diversas ações .

SCARDOELLI (1995) afirma que, estas ações tem sido centralizadas em dois pontos principais: gerenciamento de projetos e detalhamento e apresentação de projetos. TZORTZOPOULOS (*et al.*, 1998), afirmam que uma abordagem mais sistemática do processo é essencial para garantir um progresso harmonioso para a construção. A importância desta visão ampla é baseada na implementação da retroalimentação do sistema como base para a melhoria do processo, considerando inclusive o planejamento estratégico da empresa um pré requisito para o projeto.

### 2.3.3. O projeto como estratégia de diferenciação

A etapa de projeto, enquanto um processo de produção de uma solução, deve ser modernizado a exemplo de outras áreas de produção da indústria da construção Civil, pela imposição de mercado, sob pena de perda de competitividade e também para diferenciação de serviços e produtos. Esta modernização deve ser executada de forma sistêmica, com integração dos agentes, flexibilidade de produção e dos produtos e produtividade.

A diferenciação na etapa de projetos subentende o uso de estratégias de qualidade na política de recursos humanos e na sua atualização tecnológica (AREMAC, 1996).

As empresas que desejam se sobressair no mercado devem investir em pesquisa e na qualificação dos profissionais. Os escritórios de arquitetura devem estar atento para esta estratégia que FREEMAN (*apud* SCARDOELLI, 1995) denomina de ofensiva.

O planejamento estratégico em empresas de projeto é importante pois estabelece a vocação da empresa e a correspondente faixa de mercado a ser abrangida.

Nos dias de hoje em que se caminha para uma maior especialização em todos setores produtivos, é contraproducente para uma empresa de projetos de pequeno porte elaborar, ao mesmo tempo, projetos para obras comerciais, residenciais, industriais e de infra-estrutura.

A inovação de produto, também é um fator de diferenciação. SCARDOELLI (1995) enfatiza que o empresário ao oferecer um produto de melhor qualidade, diferente dos outros existentes no mercado, visa atingir classes sociais com maior poder aquisitivo, e busca nichos de mercado onde o preço não é um fator determinante. Neste tipo de empresa existe uma tendência de que os ganhos obtidos com a melhoria da qualidade revertam para a empresa sob forma de maior rentabilidade do empreendimento, pelo sobrepreço, que o produto inovador viabiliza.

Trazendo a inovação do produto para o caso específico dos escritórios de projeto arquitetônico, o arquiteto poderá inovar seus projetos no desenvolvimento, por exemplo na forma de apresentação, utilizando recursos computacionais de ponta, ou na solução do produto final, onde pode especificar materiais de excelente performance utilizando tecnologias construtivas de alto desempenho como a alvenaria estrutural.

Desta forma o arquiteto vai estar apto a enfrentar à concorrência. ICHIHARA (1998) afirma que a qualidade do imóvel vai além da satisfação do cliente, o imóvel deve ser melhor ou oferecer maior valor do que o do concorrente.

A potencialização dos efeitos, vantagem competitiva, não depende somente do grau de desenvolvimento do produto, mas depende do desenvolvimento do processo a partir do seu grau de planejamento e organização da produção e operações que o produto gera (SILVA, 1991).

O projeto arquitetônico exerce um papel chave na obtenção de garantia de qualidade. A fase de projeto deve avaliar o processo pelo qual a edificação é construída em adição ao que a construção parecerá quando pronta (GRIFFTH, 1997).

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Estudo exploratório**

A fim de verificar o atual estágio do processo de projetos em alvenaria estrutural elaborados por escritórios de arquitetura, foi necessário, obter-se inicialmente, um maior conhecimento a respeito dos processos que compõem o sistema alvenaria estrutural antes da realização da pesquisa.

A obtenção deste conhecimento deu-se pela utilização do método do tipo exploratório. De acordo com TRIVIÑOS (*apud* GUS & FORMOSO, 1995) “o estudo exploratório é aquele que o pesquisador procura conhecimentos para posteriormente realizar uma pesquisa descritiva e/ ou levantar problemas de pesquisa.

Este estudo exploratório, na forma de diagnóstico preliminar, foi realizado a partir de uma série de abordagens em termos teóricos e práticos para melhor caracterizar e delimitar o processo de projeto arquitetônico em escritórios de arquitetura no ciclo da produção de edificações em alvenaria estrutural.

Estas abordagens orientadas pelos conceitos apresentados nos capítulos 2 ,4 e 5, são descritas a seguir com as seguintes denominações; fundamentação teórica, fundamentação prática.

##### **3.1.1. Fundamentação teórica**

Esta abordagem além da revisão conceitual, contou com conhecimentos adquiridos com a participação em um curso de alvenaria estrutural para arquitetos, ministrado por dois arquitetos e um engenheiro, onde pode-se aprofundar conhecimentos relativos ao processo construtivo e componentes, questões relativas ao lançamento do partido arquitetônico, e questões relacionadas a coordenação modular, e representação gráfica, através de aulas práticas tendo o programa AUTOCAD R14 como ferramenta.

Complementando esta etapa, participou-se de palestras e congressos descritas nos anexos, item 1.

### 3.1.2. *Fundamentação prática*

A fundamentação prática, foi realizado com o objetivo de aprofundar conhecimentos em projetos arquitetônicos de alvenaria estrutural, sendo que parte da fundamentação prática foi desenvolvida em Porto Alegre e uma outra parte Florianópolis.

#### 3.1.2.1. **Fundamentação prática em Porto Alegre**

Em Porto Alegre obteve-se a fundamentação através de entrevistas informais com o máximo de agentes envolvidos em processos que têm interface com projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural. Os agentes contatados foram:

- Uma fábrica de blocos;
- Duas construtoras;
- Consultores;
- Empresa especializadas em *softwares* para arquitetura.

Nesta interação, procurou-se levantar todas implicações positivas e negativas, decorrentes de projeto e também coletar subsídios que os arquitetos devem possuir para facilitar à execução de seus projetos e melhorar a qualidade funcional e estética das construções decorrentes deste sistema construtivo. A seguir serão relatadas as entrevistas de forma sucinta:

#### A fábrica de blocos

A fábrica de blocos de concreto visitada, inicialmente fazia parte de uma construtora, mas foi desmembrada com uma nova razão social. A mudança ocorreu por questões políticas/administrativas da diretoria do grupo. Porém a maior parte da produção de blocos é destinada a esta construtora, que igualmente foi visitada, e pretende a médio prazo realizar todas suas obras exclusivamente em alvenaria estrutural. A fábrica também produz componentes pré-moldados, como lajes, vigas, escadas, vergas, etc. que são comercializados para outras construtoras.

### Construtora 1

A primeira construtora contatada, parceira da fábrica anteriormente citada destaca-se pela pesquisa em novos métodos construtivos não tradicionais, tais como eliminação de luminária de teto, passando a ser instalada nas paredes em altura padrão; terceirização da execução de lareiras e churrasqueiras (por serem serviços que demandam muita manutenção no pós-ocupação). Destaca-se ainda uma máquina de lançar argamassa pronta e uma textura de revestimento importada da Espanha, que estão em teste. Dentro deste clima de desenvolvimento, nas obras, costuma-se divulgar, ao final de todo ano, o nome do funcionário que inovar ou otimizar alguma atividade.

Além destas melhorias, a empresa utiliza um manual de procedimentos de execução, buscando padronizar, todos os serviços e processos. Elaborado pelos seus engenheiros com a participação dos operários, tem os seguintes objetivos:

- Complementar o treinamento dos novos operários
- Melhorar continuamente os processos
- Estimular a criatividade dos operários
- Aprimorar a interação entre engenheiros e operários

### Construtora 2

A segunda construtora contatada, estava construindo um edifício em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. No canteiro constatou-se vários problemas de projeto, endossados pela engenheira responsável.

As considerações da engenheira residente a respeito do emprego da alvenaria estrutural são descritas na figura 3.2..

Aspectos positivos	Aspectos negativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>um projeto elétrico e um hidráulico, igualmente modulado mostrando a posição das canaletas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>escala dos projetos 1:33<sup>1/3</sup> que não é usual para os operários;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>projeto das pré-lajes mostrando as descidas do hidráulico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>existe confusão de execução, quando não são desenhados os apartamentos rebatidos, o ideal é desenhar todos;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a abertura do ar condicionado é detalhada para serem utilizados blocos de vedação, facilitando sua retirada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o projeto não traduz fielmente o produto final, “não consegue-se executar com exatidão”</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>o tamanho dos blocos está escrito nas elevações (facilita o entendimento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dificuldades de leitura por introduzir símbolos novos para os operários</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a diferença de cores para diferenciar os tipos de blocos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>quantidade excessiva de diferentes tipos de blocos (18 no total)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>ampliação de um apartamento na escala 1:25.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>as sacadas dificultam o processo construtivo, na opinião da engenheira, o ideal é não ter balanço;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>peso dos blocos varia de 4, 8, 11 e 14 kg;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o bloco cerâmico não está normalizado</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>encontro das paredes de 14 e 19 gera a quebra de modulação.</li> </ul>

**Figura 3.2.** - Considerações sobre alvenaria estrutural obtidas na Construtora 2.

Os aspectos negativos apontados evidenciam o despreparo por parte dos agentes envolvidos no processo da construção. A inadequação do uso do sistema inicia-se no projeto adaptado e culmina em técnicos e operários que não receberam nenhum tipo de treinamento.

Estes problemas, com certeza, ocorreram devido à forma como a alvenaria estrutural foi implantada pela empresa. A alta direção optou pelo sistema construtivo, com o projeto arquitetônico pronto. Então contratou-se um segundo arquiteto que fez a adaptação deste projeto, que era destinado a construção no sistema construtivo convencional, porém não forneceu ao seu quadro técnico o conhecimento e ferramentas necessários ao emprego satisfatório da alvenaria estrutural.

No referido projeto encontraram-se várias inadequações. A escala adotada nas plantas gerais, de 1:33<sup>1/3</sup>, que não é usual. Gerando dúvidas aos operários pela falta de familiarização com os desenhos.

A amarração das paredes, devido a parede externa ter como espessura 25 cm e a interna ter 20 cm, por imposição do código de obra local, somado ao fato de que as dimensões não eram modulares, geraram a utilização de uma gama variada de blocos de diversos tamanhos, que conferiram ao projeto uma baixa construtibilidade.

### Consultor 1

No contato com um consultor em alvenaria com blocos cerâmicos, obteve-se a indicação de uma série de arquitetos que trabalham com alvenaria estrutural, e que posteriormente, foram entrevistados. Este engenheiro é uma das pessoas em Porto Alegre mais empenhadas na difusão deste sistema construtivo em blocos cerâmicos. Promove palestras, encontros com profissionais do setor. Mantém vínculos estreitos com ceramistas do estado e com o a ANICER, Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Desenvolve também estudos junto a empresas para reduzir orçamentos, mediante a utilização de novas tecnologias de produção e novos materiais. Atua no estado e também em São Paulo, Rio de Janeiro e até na Bahia.

Considera o bloco cerâmico mais adequado para alvenaria estrutural, e condena o uso de bloco de concreto. Atitude negativa por encaminhar o mercado local da construção civil, à utilização de um único tipo de bloco. A opção por determinado tipo de bloco deve ser orientada por fatores técnicos e econômicos que mais favoreçam à construtora e o empreendimento.

Seu escritório faz o cálculo de alvenarias e também faz adaptação de modulação em projetos convencionais, utilizando o sistema CAD/TQS.<sup>2</sup> A adaptação de projetos deveria ser uma prática desestimulada com o incentivo junto aos empreendedores em pensar alvenaria estrutural desde às primeiras etapas do projeto arquitetônico.

Diz que houve uma resistência muito grande por parte dos arquitetos para assimilar o sistema. E acredita que há uma necessidade de maior remuneração para elaborar estes projetos.

---

<sup>2</sup> – CAD/TQS É o nome de um sistema computacional integrado de elaboração de cálculo estrutural e projeto de estruturas.

## Consultor 2

Por fim conversou-se com um consultor e professor da Universidade Federal de Santa Maria, que destacou a importância de não denominar projeto arquitetônico em alvenaria estrutural, e sim denominar de “Projeto de Alvenaria”, pois a idéia é ter sempre um único documento com todas informações. Este posicionamento vai de acordo com as recomendações da literatura dispostas no capítulo 4, item 4.3.3.1.

## Empresa especializada em *softwares* para arquitetura

Durante conversa informal com um arquiteto que desenvolve programas CAD, para projetos arquitetônicos e de engenharia, notou-se o grande interesse em desenvolver um *software* específico para alvenaria estrutural. O mesmo gostaria que as dimensões dos blocos fossem padronizadas para facilitar o trabalho.

A criação de *software específico* para a elaboração de projetos serviria de ferramenta facilitadora da tarefa de projetar, atendendo à apenas uma parte do projeto, que é a representação, o bom senso e a técnica não são atendidas pela informática.

### 3.1.2.2. Fundamentação prática em Florianópolis

Tendo em vista que o caráter do tema proposto é predominantemente prático, sentiu-se no decorrer da investigação, a necessidade de uma melhor vivência por parte do autor, na rotina diária em um ambiente de confecção dos projetos em questão. Além da busca de instrumentação para a graficação do material coletado, a ser confeccionado em sistemas CAD.

Com esta intenção, foi realizado um estágio em escritório de cálculo estrutural especializado na elaboração de projetos executivos para alvenaria estrutural, e que estava na ocasião desenvolvendo um projeto arquitetônico para um conjunto habitacional. Desta forma o pesquisador poderia aproximar-se dos intervenientes da etapa de projetos, de modo participativo e cooperativo.

Entre as tarefas desenvolvidas destaca-se o estudo de *lay-outs* de pavimento tipo para um conjunto habitacional, modulado com blocos de 15 cm, onde pode-se vivenciar

na prática as interfaces da alvenaria estrutural com as questões relativas a ambientação dos apartamentos (mobiliário), ao plano diretor e às dimensões modulares, à disposição de banheiros e cozinhas para a racionalização dos *shafts*, e à padronização de dimensões de janelas e portas.

Entre os aspectos negativos encontrados, pode-se salientar:

- Durante a elaboração do projeto arquitetônico, realizou-se diversas mudanças decorrentes de dúvidas do empreendedor, que solicitava alterações no decorrer da etapa de anteprojeto.
- Os demais profissionais envolvidos neste projeto tinham informações desencontradas, pela falta de coordenação do processo.

Os aspectos positivos superaram os negativos porque:

- O escritório tem uma preocupação com a padronização dos detalhes, sendo que existe uma ampla biblioteca destes. Entre os detalhes padronizados encontram-se: os tipos de blocos, a fiada de respaldo, as esperas para o ar-condicionado, os pontos grauteados, etc.
- Está em andamento a confecção de um manual contendo a padronização de linguagem para os sistemas CAD, tais como a espessura de penas, tamanho de pranchas, escalas, selos, etc.
- A padronização é estendida para os arquivos da rede de computadores, que recebem os desenhos de forma ordenada e repetitiva, para facilitar o controle da emissão destes e o *back-up*.
- Na representação gráfica existe uma preocupação com a diferenciação dos blocos especiais, como por exemplo os blocos de "34"(ver figura5.42.c) e os de "54"(ver figura5.38.a).

## 3.2. Avaliação dos procedimentos projetuais em escritórios de arquitetura

Após a fundamentação teórico-prática partiu-se para a investigação dos procedimentos de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural nos escritórios de arquitetura. As técnicas consideradas mais apropriadas foram observação direta, entrevistas e questionários, complementadas por documentos relevantes, elaborados por alguns dos escritórios visitados. A utilização de mais de uma técnica de coleta serviu para complementar os dados obtidos e validar as informações.

### 3.2.1. Forma de investigação

Inicialmente através de entrevistas informais procurou-se obter um panorama geral das questões relativas à aceitação e entendimento da alvenaria estrutural. Procurou-se envolver os arquitetos na discussão de sua melhoria, e diagnosticar as dificuldades e facilidades de projetar, bem como detectar os pontos críticos na concepção de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural.

Na segunda parte da pesquisa, a análise foi fechada/objetiva, sendo aplicado um questionário como instrumento de captação formal dos procedimentos e conhecimentos (ver anexos). A intenção desta investigação era identificar a metodologia de concepção dos projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural, identificar o nível de apreensão dos conhecimentos técnicos e conceituais dos arquitetos, e coletar material gráfico onde apareçam soluções relevantes.

O conteúdo deste questionário pode ser resumido em três grandes grupos de investigação:

1. *Características básicas e organização do escritório* - Estas questões envolvem o levantamento dos dados de identificação, tais como o número de funcionários, do tipo de serviços prestados, tipos de projetos desenvolvidos, número de funcionários, produto desenvolvido.
2. *Sistema de informações e documentação* - O objetivo destes questionamentos é buscar as características do processo de projeto – desde o contato com os clientes, a integração dos intervenientes, a formalização das

etapas, a sistematização da documentação, etc., dando ênfase à documentação relativa a projetos em alvenaria estrutural.

3. *Conhecimentos específicos de alvenaria estrutural* - Com esta especulação pode-se situar o desenvolvimento tecnológico e sua implantação no contexto real destas empresas de projeto, passando por itens como as características do produto, possibilidades de flexibilidade, etc. As questões relativas aos blocos referem-se a blocos de cerâmica e de concreto, por que nas cidades onde a pesquisa foi desenvolvida, a utilização do bloco sílico calcário e de concreto celular auto clavado é inexpressiva.

### 3.2.2. *Escolha dos escritórios*

Os escritórios visitados situam-se em Porto Alegre e Florianópolis, sendo que foram entrevistados dez arquitetos em cada uma das cidades. Este predomínio de empresas da região sul ocorreu devido razões geográficas, de facilidade de contato e a restrições de ordem econômica impostas ao trabalho, que dificultaram o acesso a um maior número de empresas de outras regiões.

O critério adotado na escolha dos escritórios visitados, contou com a indicação de pesquisadores da UFSC e NORIE, e alguns foram contatados por indicação de construtoras, que se destacam como referência, liderança de mercado e interesse em inovações tecnológicas.

### 3.2.3. *Análise dos resultados*

Devido ao pequeno tamanho da amostra selecionada, de dez escritórios no total, sendo cinco de cada cidade, não houve preocupação em estabelecer algum tipo de validade estatística para o levantamento.

Entendeu-se que para a melhor compreensão do resultado obtido, era necessário dividir o resultado do questionário em duas partes de acordo com conteúdo do mesmo. Por isto a avaliação dos resultados encontra-se inserida nos capítulos que versam sobre gestão do processo de projeto e conhecimentos específicos em alvenaria estrutural que o arquiteto deve possuir. Ou seja, no final dos capítulos 4 e 5 respectivamente.

## CAPÍTULO 4

### A GESTÃO DAS ETAPAS DE PROJETO

#### 4.1. Os conceitos de projeto

Na literatura existem duas formas de abordagem sobre a conceituação de projeto, a primeira trata do projeto como processo e a segunda como produto.

No primeiro caso, o projeto é um processo pelo qual o resultado leva a confecção de um objeto que seja reflexo das condicionantes do programa de necessidades. Processo este que utiliza métodos científicos e empíricos, normas legais, restrições impostas e experiência acumulada pelo projetista em projetos anteriores (RAMOS, 1993).

Segundo, MELHADO (1994) a atividade de projeto têm duas dimensões:

- a) O projeto como processo estratégico, atendendo às necessidades do empreendedor através da definição das características do produto final.
- b) O projeto como processo operacional, promovendo a eficiência e a confiabilidade dos processos de execução deste produto.

Segundo a nova filosofia<sup>3</sup> de produção, o projeto é um processo caracterizado pela transformação da informação. O trabalho individual do projetista pode ser encarado como a conversão propriamente dita (TZORTZOPOULOS *et al.*, 1998).

FRANCO (1993) define projeto como sendo, uma composição de categorias de conhecimento de componentes e práticas de construção as quais podem ser unidas em um limitado número de maneiras de obter uma infinita variedade de edificações para um largo alcance de uso.

Para MARKUS (*apud* GUS, 1996) o processo de projeto é um processo de tomadas de decisões e consiste no gerenciamento de uma seqüência de etapas.

---

<sup>3</sup>Nova filosofia de produção é a denominação dada pelo pesquisador finlandês Lauri Koskela, aos estudos por ele desenvolvidos, onde faz uma profunda análise dos fundamentos JIT/TQC e discute sua aplicação na indústria da construção civil. No ocidente esta filosofia é também chamada de "lean production". (ISATTO & FORMOSO, 1998)

De acordo com MELHADO (1994), projetar é construir no papel. Atualmente pode-se dizer também que é construir no papel e/ou no espaço virtual.

O projeto deve conter as características do processo de produção, dando um suporte aos envolvidos com a construção da obra. GUS (1996), reforça esta idéia afirmando que a etapa de projetos pode ser entendida como o planejamento da realidade física. (ver itens 4.3.3.2, 4.3.3.3. e 4.3.3.4).

Outros autores tratam do projeto como um produto. Dentro desta visão, o projeto passa a ser uma descrição de um produto acabado. STINY (*apud* RAMOS 1993), considera como mais apropriado o conceito que procura separar projeto de processos ou produtos, inserindo-o como um elemento em uma relação com formas de descrição, ou seja, modelos sólidos, listas de materiais, etc.

Em um projeto arquitetônico, os elementos gráficos não são suficientes para materializar com clareza a proposta nele contida, sendo importante que, memoriais descritivos, especificações e tabelas os acompanhem.

Segundo SILVA (1983), projeto arquitetônico é uma proposta de solução para um particular problema de organização do entorno humano, através de uma forma construível, bem como a descrição desta forma e as prescrições para sua execução. Nesta definição está presente a preocupação com a interdependência entre a solução arquitetônica e os aspectos relativos a informação da proposta.

Relacionando estas abordagens, com a alvenaria estrutural, é importante para o projetista ter a visão processual do sistema, pois este evidencia o caminho para o aumento da qualidade e produtividade das alvenarias, ou seja, a forma de concepção do projeto não pode fugir ao contexto da tecnologia empregada (OLIVEIRA, (1995), SILVA, (1986))

Finalizando, a conceituação de projeto adotada neste trabalho é a definição de projeto do edifício, feita por MELHADO (1994), na qual projeto é: "a atividade ou serviço integrante do processo de construção, sendo responsável pelo desenvolvimento, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução". Esta conceituação, tem um enfoque multidisciplinar, evitando a divisão freqüentemente encontrada entre projeto de arquitetura e projetos complementares.

## 4.2. Qualidade de projetos

A preocupação com a busca da qualidade no setor da Construção Civil, começou a surgir depois que outros meios empresariais utilizaram os princípios da "Qualidade Total" e de "Gestão da qualidade" para diminuição de custos totais de produção. FRANCO (1993) lembra que estes princípios firmaram-se como verdadeiras estratégias de expansão ou permanência em um mercado cada vez mais competitivo.

Apesar do empenho das empresas de construção de edifício em buscar certificação, MELHADO (1998) verificou que estas empresas não tem incluído em seus programas a atividade de projeto. Por outro lado, GUS (1996) cita em sua dissertação, o desenvolvimento de pesquisas e propostas para a melhoria da qualidade dos projetos, principalmente na sua abordagem como uma das etapas do processo de construção.

Muitos são os fatores responsáveis pela geração de projetos ineficientes, tais fatores podem estar presente no planejamento do projeto, durante o seu desenvolvimento, na sua apresentação final, e alguns outros problemas decorrentes do projeto poderão ser percebidos somente através do uso da edificação.

Segundo GUS (1996), falhas originadas pela falta de integração dos diversos intervenientes, pela indefinição de responsabilidades e pela má revisão dos projetos são decorrentes da forma como esta etapa é gerenciada.

Além destes fatores, a introdução de inovações tecnológicas no processo construtivo insere determinadas incertezas no mesmo que deveriam ser levadas em conta quando da execução do projeto, ou seja, o projeto deve também, conter informações referentes às particularidades da produção das edificações e que igualmente devem ser gerenciadas.

As falhas de projeto, ou não conformidade do projeto está aliada de alguma forma a omissões ou a própria negligência do projetista em saber como as atividades são desenvolvidas na obra.

Porém não se pode culpar unicamente os projetistas por resultados indesejados, pois a etapa de projetos deve envolver amplamente outros intervenientes como o cliente, o construtor, a interpretação das informações pela mão de obra, fornecedores, etc. (GUS, 1996).

Como resultados indesejados pode-se listar uma série de conseqüências, tanto para o processo produtivo, quanto para o produto final, TILLEY & BARTON *apud* NASCIMENTO & FORMOSO (1998), destacam:

- Ineficiência do processo construtivo;
- Aumento do risco do contrato do empreendimento;
- Aumento de custos tanto para o construtor como para o cliente;
- Redução da potencialidade da qualidade do empreendimento final.

O conjunto dos projetos elaborados deve propiciar a satisfação de necessidades do empreendimento e da edificação, subsidiando as demais etapas do processo de produção com soluções e especificações técnicas que permitam a obtenção de melhores níveis de produtividade nos processos e de qualidade dos produtos NOVAES (1998).

Aumentar a qualidade de projetos não significa simplesmente obter um produto final mais perfeito, é necessário se criar uma sistemática de modo a otimizar o todo e não apenas partes dele. Esta não é uma tarefa simples. Acredita-se que as ações de incremento da qualidade no processo de projeto devem ser implantadas juntamente com combinações tecnológicas que busquem alterar a atual base produtiva, visando a correta realização e redução do tempo despendido na execução das atividades (SOUZA, BARROS & MELHADO, 1995).

Entre os diversos aspectos que devem ser considerados na busca de um produto diferenciado, FRANCO (1993) destaca a necessidade de melhor remuneração de um projeto com maior qualidade, até a adequação destes projetos à tradição de construir da empresa.

A qualidade do projeto deve contemplar os seguintes componentes: qualidade do programa; qualidade da solução; qualidade da apresentação; qualidade do processo de elaboração (NOVAES, 1998).

A qualidade da solução de projeto determinará a qualidade do produto e, conseqüentemente condicionará o nível de satisfação do usuários finais. Portanto deve atender além do programa, atender às exigências psicossociais (estética, função, proteção e status) (GUS 1996).

PICCHI (1993), inclui na qualidade da solução o atendimento às exigências de otimização da execução (racionalidade, padronização, construtibilidade, integração entre projetos, etc.).

SILVA (1995) complementa com outros quesitos que devem ser contemplados na solução do projeto:

1. A concepção estética e simbólica que está ligada ao ato criativo, mas também aos valores culturais do ambiente em que esta edificação está se inserindo;
2. As especificações técnicas do ponto de vista de comportamento resultante da edificação sob todas condições de uso ao longo de toda vida útil, respeitando-se inclusive as relações econômicas entre custos iniciais e custo ao longo da vida útil (operação, manutenção, renovação e reposição – inclusive custos de demolição);
3. As relações que o projeto determina entre as atividades necessárias para a produção que determinam a produtividade a ser atingida no processo de trabalho, e por consequência os custos de execução.

A forma como a solução de projeto é descrita, influencia a obtenção da qualidade; é necessário clareza e precisão do projeto executivo, dos memoriais de cálculo e dimensionamento das especificações técnicas. Para assegurar a qualidade da solução e da descrição do projeto, é necessário controlar a qualidade do seu processo de elaboração (SOUZA *et al.* 1994)

O conceito de desempenho mostrado a seguir, constitui uma poderosa ferramenta que direciona a fase de concepção e desenvolvimento do produto rumo à qualidade.

#### 4.2.2. Desempenho de projetos

Partindo da definição de qualidade de projeto, pode-se entender as questões relativas ao desempenho dos projetos. O conceito de desempenho, foi definido pelo CIB - "*Conseil International du Bâtiment*", (1975) como sendo "o comportamento de um produto em utilização" FRANCO (1993).

A definição de parâmetros qualitativos e exigências de desempenho, quantitativamente verificáveis e definidos em normas técnicas específicas encontra-se hoje na base da estrutura econômica e produtiva e na relação produto-consumidor, nos países desenvolvidos em todos os setores, atingindo importantes níveis de abrangência na Construção Civil, particularmente na produção de componentes industrializados (LUCINI, 1996).

SABBATINI (1984), sugere a utilização do conceito de desempenho na elaboração de projetos, ao se estabelecer especificações mais precisas, com isto podendo-se obter um produto que melhor atenda às expectativas do usuário.

A individualização e a sistematização das exigências do usuário, somados aos demais atributos que compõem o sistema de informações do edifício, que segundo HANDLER (*apud* OLIVEIRA, 1997) são: técnico, econômico, humano, ambiental e simbólico podem gerar bons indicadores de desempenho.

O desempenho do projeto durante a fase de execução dos serviços (produção) está associado à forma como este é interpretado pela produção e, além disso ao nível de comunicação que o mesmo possui (NASCIMENTO & FORMOSO 1998).

Além do estabelecimentos de critérios de desempenho, na fase de elaboração, há necessidade que o responsável pela execução do projeto faça certo pela primeira vez (*right the first time*), como afirmam NASCIMENTO & FORMOSO (1998). Justifica-se dessa forma, a utilização de ferramentas que possibilitem através do levantamento de desempenho de projetos anteriores, o fornecimento de informações ao projetista.

Estas informações são resultantes do controle de execução, e dizem respeito aos problemas operacionais acontecidos em projetos anteriores que prejudicaram o andamento das atividades durante a execução dos serviços. Permitindo ao projetista analisar criticamente o projeto e aperfeiçoar os procedimentos; seja visando sua repetição no mesmo empreendimento ou para registro que servirá de apoio ao detalhamento de novos empreendimentos da empresa MELHADO (1997).

#### 4.3. Definição de etapas de projeto

As etapas de projeto são conceituadas por GUS (1996) como sendo as denominações dadas as diversas fases de desenvolvimento em que um projeto pode ser dividido, de acordo com o a quantidade de dados coletados e a maneira como estes se relacionam com os demais integrantes do processo, clientes, órgãos de legislação, fluxo de caixa, etc.

SILVA (1983) afirma que por ser uma elaboração mental, a programação das etapas de projeto, não obedece a um rígido controle mecânico, varia de país a país e de empresa para empresa, e divide as etapas em:

- Estudo preliminar;
- Anteprojeto
- Projeto executivo

O mesmo autor afirma que nas etapas iniciais se persegue a macrodefinição com a delimitação dos traços gerais e prescrições para realização da obra com a definição de aspectos qualitativos e de configuração espacial da solução. Estas etapas iniciais, portanto apresentam um alto teor de incerteza. Através de um processo de pormenorização crescente, chega-se até a microdefinição, onde se estuda por exemplo os pormenores construtivos.

SOUZA, BARROS & MELHADO (1995) ressaltam que, como postura no desenvolvimento do projeto, dever-se-ia ter como filosofia de trabalho não dar início a uma determinada etapa se a seguinte não estiver definitivamente pronta.

Porém observa-se que na prática, os arquitetos fundem as etapas e por vezes soluções que já deveriam ter sido pensadas ou expressas em etapas preliminares são realizados em estágios mais avançados, e na maioria das vezes melhorando a qualidade da solução do projeto, porém gerando alterações no projeto.

GUS (1996) em sua dissertação apresenta uma pesquisa exaustiva a respeito das divisões e subdivisões que aparecem na literatura. Pode-se destacar as seguintes:

- **levantamento** – Coleta de informações que representem as condições preexistentes para a elaboração do projeto (ex.: levantamento planialtimétrico, cadastral, técnico, legal, econômico, etc.);
- **programa de necessidades** - determinação das exigências prescritas ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários);
- **estudo de viabilidade** – análise de alternativas para a concepção da edificação;
- **estudo preliminar** – concepção e representação necessárias à compreensão da configuração da edificação;
- **anteprojeto e/ou pré-execução** – concepção e representação da edificação e seus elementos, instalações e componentes, necessários para a interação das atividades técnicas de projeto, e suficientes para estimativa de custos e prazos da obra;
- **projeto legal** – representação das informações necessárias a análise e aprovação da edificação e seus elementos, pelas autoridades

competentes, de acordo com a legislação vigente (municipal, estadual e federal, para obtenção de licença para a construção;

- **projeto básico** – etapa opcional de elaboração dos projetos em condições suficientes, mas não finais, para a contratação dos serviços de obra;
- **projeto para execução** – concepção e representação finais e completas da edificação, seus elementos, instalações e componentes, destinadas à contratação e execução dos serviços de obra.

CORNICK *apud* GUS (1996) inclui neste rol mais uma etapa:

- **planejamento estratégico** – definições estratégicas da empresa para o desenvolvimento do empreendimento. Deve contemplar a participação do grupo estratégico, composto pela direção da empresa, seus gerentes de projetos, obra e comercialização, e por um arquiteto.

SOUZA et al. (1994) incluem outras etapas como parte do processo de projeto:

**projeto *as built*** : Importante ferramenta para a manutenção do edifício e para melhoria dos novos projetos

**acompanhamento de obra:** busca a compatibilização entre o projeto e a execução e o acompanhamento dos projetistas às eventuais alterações necessárias na obra.

**coordenação de projetos<sup>4</sup>:** é a compatibilização dos projetos complementares específicos em relação ao projeto de arquitetura, principalmente para evitar problemas posteriores junto à execução de obras.

É imprescindível identificar as etapas, pois cada etapa tem um valor diferenciado e característico, e um grau de importância tanto por organizar o processo de projeto, como subsidiar o planejamento da execução. Porém considera-se fundamental caracterizar com um maior aprofundamento as etapas do programa de necessidades, compatibilização de projetos e o caderno de detalhes.

---

<sup>4</sup> Neste trabalho a referida etapa será denominada compatibilização de projetos, sendo que a coordenação de projetos é considerada uma ação gerencial a ser revisada na gestão das etapas de projeto.

#### 4.3.1. A importância do briefing

O programa de necessidades ou *briefing*, é uma ferramenta básica de apoio à atividade de projeto, visto que nele estarão contidas as informações que delinearão todo o processo de projeto, estará delineado se o projeto é factível, e além disso, o programa de necessidades abre a possibilidade de se avaliar objetivamente o desempenho do projeto em relação a estes "requisitos". A qualidade do *briefing* depende muito do envolvimento do cliente com o empreendimento, seja ele o usuário final, ou o dono do empreendimento.

O programa de necessidades deve ser levantado de forma criteriosa, para qualquer projeto, independente da dimensão e relevância do projeto (GARCIA MESSEGUER *apud* GUS, 1996).

A identificação das necessidades a partir do usuário direto requer uma metodologia de abordagem sócio-psicológica pouco comum ao processo de produção de edificações, mas muito utilizada em outras indústrias, quando se procura através de métodos adequados de pesquisa traçar perfis de comportamento, estilo de vida, características de atividades profissionais, lazer, etc. dos usuários; definir de forma detalhada as atividades a serem desenvolvidas na edificação e as relações humanas delas decorrentes, etc. (SILVA, 1995).

Pensando nas necessidades do cliente que vai habitar o imóvel que está se construindo, é possível repensar todo o processo produtivo, racionalizando o sistema e imprimindo qualidade à altura do grau de satisfação que se quer buscar (AREMAC, 1996).

Porém as dificuldades em sua elaboração reside na dificuldade do cliente em se expressar, GARCIA MESSEGUER *apud* GUS (1996), ressalta que as vezes, o proprietário não sabe exatamente o que quer ou está equivocado com respeito ao que necessita, e em outras vezes as exigências dos proprietários são "contra as leis da física".

Um facilitador da tarefa de priorização e balanceamento dos requisitos desejáveis da edificação, é a sua estruturação, através da classificação em categorias apropriadas. HAUSER *apud* ANUMBA & EVBUOMWAN (1997), propõe a seguinte classificação: "necessidades básicas", "necessidades articuladas" e "necessidades instigadas". A figura 4.1. mostra como os requisitos deveriam ser processados.

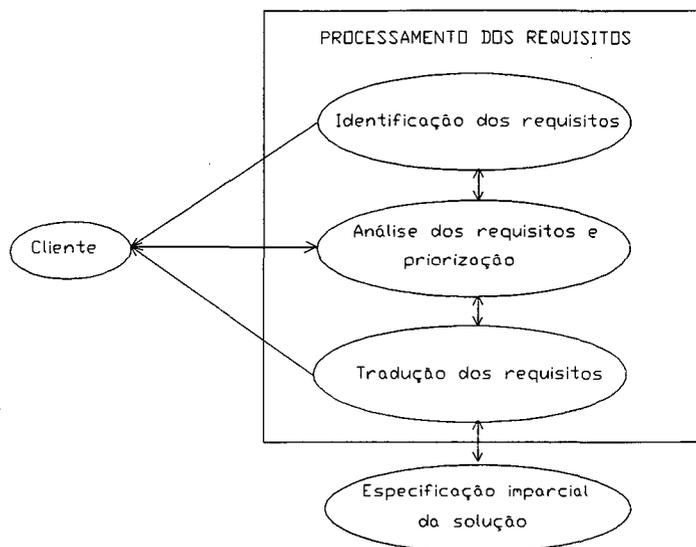
O *briefing* deve conter também informações a respeito dos atributos da edificação, que igualmente devem ser estabelecido de forma clara, e priorizados. Parece obvio que é tarefa do arquiteto alcançar a solução formal mais adequada e expressiva, mas o cliente poderia auxiliar na exatidão destes atributos.

Talvez a dificuldade de visualização tridimensional faça com que o cliente não possa expressar melhor suas idéias, fazendo que no decorrer do projeto e da obra, ele exija mudanças por enxergar pontos que podem ser melhorados ou erros que podem ser minimizados sob o seu ponto de vista. Segundo GUS (1996), estas constantes alterações nos projetos e a perda de uma necessária coerência inicial, promovida pela concepção do todo, são algumas das causas deste alto custo para os escritórios de projeto.

A Engenharia Concorrente, que será revisada no item 4.3.3.1., fornece um mecanismo formal para garantia de que as exigências do cliente sejam claramente definidas anteriormente quanto a desempenho, qualidade de desenho, valor para o dinheiro e satisfação para o cliente sejam realizáveis. Este dispositivo chama-se QFD - "*Quality Function Deployment*".

QFD é um sistema para desenhar um produto ou serviço baseado nas demandas dos clientes e no envolvimento de todos os membros da produção ou fornecimento da organização (MADOX *et al. apud* ANUMBA & EVBUOMWAN, 1997).

Pode-se trabalhar com matrizes que relacionam os atributos do produto às necessidades dos clientes, com classificações de priorização das necessidades, avaliação do impacto do atendimento das necessidades nos custos (BOSSERT; DAY; *apud* SILVA, 1995).



**Figura 4.1.** - Processamento dos requisitos ( ANUMBA & EVBUOMWAN, 1997)

O envolvimento do cliente em obras de edificação ocorre em distintas etapas do empreendimento, muito bem relatadas por OLIVEIRA & FREITAS (1998): visita ao plantão de vendas, aquisição propriamente dita do imóvel, assistência técnica etc., nos quais podem ser obtidas informações para o banco de dados da organização.

O contato com os clientes internos do processo de desenvolvimento do projeto também é de grande relevância para aquisição de informações, ocorrendo em diversos estágios e com a participação de diferentes profissionais. A forma como estas e outras informações devem ser geridas, é discutida no item 4.4.4, que versa sobre o Gerenciamento da produção de informações.

Existe uma forte tendência de mercado da demanda impor as características desejáveis dos produtos. Não se pode mais construir prédios contando apenas com o repertório dos intervenientes sob pena do negócio fracassar. Uma das formas de melhor delinear as características da edificação, quando o empreendimento será construído e depois vendido, é utilizar as pesquisas mercadológicas. Estas fornecem diretrizes para compor o empreendimento, além da antecipação de tendências de acordo com a localização do imóvel, faixa de público a que se destina, etc. No caso de projetos que são contratados diretamente pelo usuário final, elas podem complementar requisitos omitidos ou que surgem somente com o decorrer da utilização da edificação.

Como o conteúdo do *briefing* fornece uma base para o desenvolvimento de um método de avaliação da qualidade do desenho e da documentação e a performance geral do projeto, se esse for precário, além de gerar uma solução de projeto deficiente, a sua avaliação também tende a ser falha. Um claro enunciado dos requisitos de projeto é base para não somente uma solução, mas várias soluções que devem ser avaliadas, e cada avaliação é usada para refinar a solução proposta até que uma resposta aceitável seja alcançada (GUS 1996).

#### 4.3.2. A compatibilização de projetos

O objetivo maior da etapa de compatibilização de projetos é conciliar física, geométrica, tecnológica e produtivamente os componentes que interagem nos elementos construtivos horizontais e verticais das edificações. SANTOS, POWELL, & FORMOSO (1998) afirmam que esta compatibilização se dá através da ação projetual, através da verificação da sobreposição e de identificação de interferências entre as mesmas.

As ações de compatibilização são justificadas pela quantidade e diversidade de intervenientes no processo de projeto, com diferentes funções e responsabilidades, que desenvolvem simultaneamente suas soluções técnicas, em ambientes separados. Segundo GUS (1996), a pressão do ambiente de negócios no sentido da redução dos prazos de projetos exige que opções de projetos sejam assim realizadas.

OLIVEIRA & FREITAS (1998) denominam este grupo de profissionais de multi-organização temporária, com objetivos e duração específicos, a qual se dispersará ao final da etapa de concepção, e que necessitam obter um adequado entendimento e cooperação em um curto espaço de tempo.

Assim muitas vezes são criadas situações onde a solução final do elemento construtivo ou da unidade funcional não é a solução mais adequada em termos de complexidade e continuidade das operações (SILVA, 1986).

Por isto outra finalidade da compatibilização é fazer com que, a partir de pequenas modificações em um dos projetos, possa ser atingida uma solução ótima em termos de execução. GUS (1996) ressalva que para atingir este fim, é preciso subordinar os interesses individuais às demandas do processo como um todo e salienta a necessidade que se trabalhe dentro de uma visão sistêmica, onde todos os intervenientes passam a ter um papel fundamental no processo, tanto na participação cooperativa no

desenvolvimento dos projetos quanto no próprio aprimoramento contínuo deste processo.

A compatibilização de projetos pode constituir-se em importante fator de melhoria da construtibilidade e de racionalização construtiva. Na opinião de FARIA (1993) a compatibilização favorece o projeto, maximizando os resultados desejados e minimizando o tempo gasto com sua elaboração, conforme ilustrado na figura 4.2.

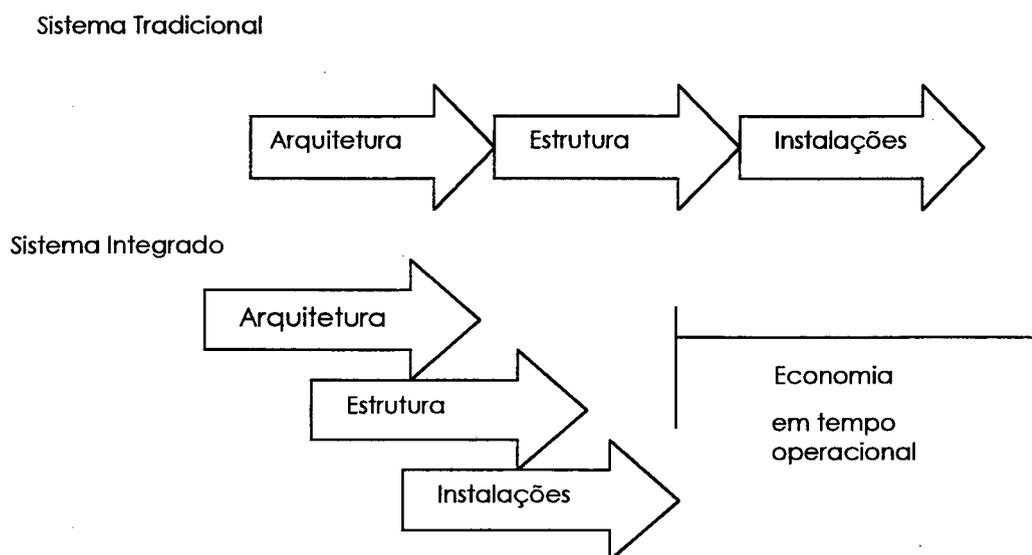


Figura 4.2. - Comparação entre as elaborações de projetos tradicional e integrada FARIAS (1993).

#### 4.3.3. Caderno de detalhes

O detalhamento é uma etapa de extrema relevância dentro do processo de projeto. CURTIN *et al.* (1984) consideram que: "A Engenharia é primordialmente desenho e fazer coisas – o elo entre as duas é o detalhe".

Os projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural exigem uma maior atenção ao detalhe, que devem ser cuidadosamente pensados. Mas não significa que os desenhos deverão ser complexos. Ao contrário o objetivo básico de um bom detalhamento é mantê-lo simples e prático. Este deve ser claramente entendido e interpretado por um capataz de obra, pelos membros da equipe de projetos e os demais membros da equipe de construção, para reduzir as chances de erros, inadequações, desentendimentos e má interpretações (CURTIN *et al.*, 1984). A sua adequada interpretação ajuda no controle da qualidade e na confiabilidade da obra (TAUIL 1996).

CURTIN *et al.*, (1984) consideram um detalhe ruim aquele que contém informações insuficientes, suas dimensões são inadequadas, suas referências são mal descritas, e as notas são ilegíveis. Estes podem conduzir a erros, atrasos, reclamações extras do construtor ou torná-lo e à sua força de trabalho descontentes, não trazendo benefícios a ao longo da jornada de trabalho.

Na opinião destes autores, estes detalhes deficientes são gerados pela inexperiência em detalhes estruturais por parte dos projetistas. Por isto, recomendam a retroalimentação das informações para garantir que a experiência na produção de detalhes leve a um aprendizado, e um conseqüente produção detalhes mais eficientes.

A ampla revisão dos detalhes gerados, também é fundamental, visto que nem sempre é o próprio arquiteto que grafica os detalhes. Pode-se eventualmente perder qualidade no conteúdo dos mesmos. Mesmo um experiente desenhista pode omitir ou transmitir informações incorretas.

Em alvenaria estrutural, somente no detalhamento é possível visualizar e determinar eficientemente a posição das juntas de dilatação, detectar áreas de grandes tensões, a real forma de obtenção de robustez da estrutura, checar riscos de danos acidentais e visualizar os métodos de simplificação da construção (CURTIN *et al.*, 1984).

Não se deve buscar economia do processo de projeto, reduzindo a quantidade de detalhes emitidos, sob pena de um excelente projeto sofrer redução de qualidade em função de um pobre detalhamento e ainda gerar perturbações no escritório do projetista que seguidamente deverá elucidar dúvidas, por telefone, visitas a obra e etc.

Para a melhor clareza da apresentação de detalhes, SILVA (1991) recomenda que os detalhes sejam apresentados de preferência em escala 1:25 ao invés de 1:50.

As melhorias relativas ao detalhamento e apresentação de projetos referem-se ao surgimento de uma série de projetos que normalmente não eram utilizados pelas empresas. Estes projetos têm como objetivo compatibilizar o projeto com a execução, através da antecipação de muitas soluções que tradicionalmente eram deixadas para etapa de produção (SCARDOELLI, 1995).

A Engenharia Concorrente denomina estes projetos como projetos da produção. Podendo considerá-los uma evolução do projeto executivo, e na alvenaria estrutural são denominados projeto de alvenaria. Pela modernidade destes conceitos, serão todos revisados a seguir, iniciando-se pela Engenharia Concorrente ou Simultânea.

#### 4.3.3.1. O detalhamento visto dentro da Engenharia Concorrente

A Engenharia Concorrente é entendida como a aproximação sistemática para a integração e desenvolvimento concorrente de um produto e seu processo relatado, e que enfatiza resposta às expectativas do cliente e personifica valores de equipe de cooperação, confiança e compartilhamento. Surgiu como resultado do aumento de pressões nos produtores para ser mais competitivos em termos de qualidade do produto, custo, durabilidade, etc.

Esta filosofia gerencial objetiva obter redução no tempo de condução e melhorar a qualidade e custo pela integração do projeto e atividades de manufatura, e pela maximização do paralelismo em trabalhos práticos (ANUMBA & EVBUOMWAN, 1997).

MOURA & OLIVEIRA (1998) apontam como vantagem da aplicação de seus princípios evitar que aconteçam problemas de execução.

A importância do projeto específico voltado simultaneamente ao produto e a sua produção, vem sendo bastante discutida e ressaltada, tanto pelos profissionais como pelos pesquisadores ligados ao setor da construção civil (MACIEL & MELHADO, 1998).

Mais do que identificar e corrigir incompatibilidades, esta atividade deve estabelecer práticas de intercâmbio entre profissionais de áreas de conhecimentos diferentes (arquitetura, estrutura, instalações, produção, etc.) de forma a facilitar a implantação da construtibilidade, aproximando as distintas visões dentro de um empreendimento (NUNES & AMORIN, 1998).

#### O projeto da produção

O projeto da produção é um projeto do planejamento da execução a nível macro. Como tal apresenta informações relativas a estratégias de construção, sendo necessário para sua confecção o conhecimento detalhado das técnicas construtivas, das ferramentas e dos materiais empregados em cada serviço (NUNES & AMORIN, 1998).

Um dos enfoques deste projeto deve ser o sistema de transportes, com a preocupação relativa ao recebimentos dos materiais: qual meio de transporte os trará, como serão descarregados, qual a dimensão e o tipo de funcionamento do portão, em

que local da obra serão estocados, e como será sua distribuição interna, como serão os carrinhos, como será o transporte vertical, como serão os caminhos, etc.

Em projetos de alvenaria estrutural o conhecimento de como os blocos chegarão à obra (paletizados ou não) e as lajes (pré-lajes ou mistas) são pontos que podem subsidiar a estratégia da produção, e devem ser bem estudados desde as primeiras fases do processo de projeto, por todos agentes envolvidos no empreendimento, na busca da otimização da produção.

FIRVIDA (*apud* LUCINI 1984) afirma que, a partir da industrialização progressiva da construção modifica-se o conceito de "projeto-construção" pelo de "projeto-produção-construção". Coloca-se através da racionalização destas atividades, as necessidades de:

- a) Otimizar a utilização de equipamentos, homens e materiais;
- b) Satisfazer necessidades de produto em quantidade, qualidade, tempo e preço;
- c) Assegurar um nível constante de atividades.

#### O projeto para produção

Este projeto enfatiza o desenvolvimento de processos críticos de cada obra, simultaneamente com a geração das soluções de produto – foco na construtibilidade dos projetos e na otimização da obra (NUNES & AMORIN, 1998).

O projeto para produção deve fornecer as informações com relação ao material a ser empregado, aos procedimentos de execução e de controle dos serviços, particularizando para aquela obra os aspectos definidos nos manuais da própria empresa, além das informações relativas à organização do canteiro (MACIEL & MELHADO, 1998).

Este projeto oferece um detalhamento minucioso de como um determinado subsistema deverá ser executado, em conjunto com o resultado final. Podendo ser elaborado para formas, alvenarias, revestimentos, sistemas prediais, canteiro de obras e impermeabilização.

A realização simultânea de projetos pode facilitar a introdução de inovações tecnológicas de produto e de processo, à medida que tais inovações podem ser discutidas, analisadas e planejadas segundo seus impactos nas várias etapas do empreendimento (NUNES & AMORIN, 1998).

Outra função destes projetos, conforme afirmam SOUZA & MELHADO (1998) é a de configurar padrões de referência a serem seguidos nas várias obras da empresa, funcionando como um transmissor da tecnologia envolvida, evitando que as decisões de como construir sejam tomadas no canteiro de obras.

A elaboração de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural, incorpora muitos destes princípios, sendo que o projeto para a produção é designado por muitos autores como projeto de alvenaria, outros o denominam de projeto executivo. Em seu desenvolvimento a comunicação entre equipes multidisciplinares é intensa, com a coordenação de projetos em tempo real, seu foco são os cliente internos e os externos, com uma intensa preocupação com o processo de manufatura. O projeto modulado e compatibilizado resultante, proporciona a sobreposição de atividades que podem ser executadas paralelamente.

### O projeto de alvenaria

O projeto de alvenaria, é um projeto para produção, que tem como objetivo maior solucionar e antecipar tomada de decisões relativas às interferências com os demais subsistemas do edifício, com especial atenção aos subsistemas esquadrias e instalações. Para tal, o projetista deve buscar a interação e coordenação com os demais projetistas.

É importante que a sua elaboração seja fundamentada na identificação das exigências do empreendedor e do usuário na determinação dos aspectos a serem atendidos, sendo elaborado segundo diretrizes específicas e com base no conhecimento tecnológico disponível, visando a apresentação de melhores soluções (MACIEL & MELHADO, 1998).

Este projeto segundo FRANCO (1993), consegue coordenar a elevação de paredes, que é etapa crítica do desenvolvimento dos serviços, de forma a evitar interferências e os problemas resultantes.

Vários são os elementos que devem constar nestes projetos, a amarração das paredes, por exemplo, é um elemento que deve ser bem detalhado (ver no Capítulo 5, item 5.1.4.3).

FRANCO *et al.* (1991) enfatizam que o arquiteto ao confeccionar um projeto de alvenaria, deve lembrar que numa planta com quatro apartamentos dispostos

simetricamente, apenas os apartamentos opostos diametricamente tem plantas iguais. Nos apartamentos dispostos lado a lado a semelhança é antimétrica como se fosse observada através de um espelho, portanto estas plantas devem ser desenhadas.

O projeto de alvenaria, pelos seus procedimentos e projetos de métodos de produção permite a implementação de um efetivo controle de produção e recebimento das diversas etapas de execução. Com isso abre caminho para implantação de uma filosofia de garantia de qualidade (FRANCO, 1993).

A diferença entre o projeto executivo e o projeto de alvenaria, na alvenaria estrutural, é que o primeiro não contém informações relativas a execução e o segundo possui

FRANCO (*et al.* 1991) recomendam que os seguintes elementos gráficos componham o projeto executivo de alvenaria:

- planta baixa geral;
- planta baixa com indicação dos painéis numerados;
- projeto de modulação
- projeto de alvenaria - legendas;
- projeto de alvenaria - paredes;
- projeto de paredes com enchimento
- projeto de paredes com embutimento
- projeto de instalações; água fria, água quente, esgoto sanitário, águas pluviais, instalações de gás, instalações de combate a incêndio;
- Detalhes de instalações: ramais, pia, tanque, máquina de lavar, vaso, etc.;
- Projeto de instalações hidráulicas/ isométricas
- Projeto de instalações elétrica;
- Telefone, antenas para TV, interfone;

ROMAN (1996) diminui sensivelmente a quantidade de elementos, e sugere apenas:

- Planta de 1ª fiada com especificação e locação de alvenarias, das paredes de vedação, graute, e armaduras de compressão.
- Planta de 2ª fiada;
- Detalhes construtivos;
- Elevações dos panos.

O projeto de alvenaria deve atender os preceitos das novas teorias gerenciais que recomendam o uso de cadernos de detalhes no formato A4 de fácil manuseio e leitura para os operários. Como conteúdo deve apresentar todos os elementos de interface com as alvenarias, ou seja deve apresentar as plantas de 1ª e 2ª fiada, detalhes que mostrem as amarrações entre as paredes, as amarrações entre paredes e lajes, detalhes das instalações, aberturas, escadas, elevadores, revestimentos e coberturas.

Uma grande quantidade de elementos gráficos podem gerar confusões no canteiro se não forem coordenados. Por isso o arquiteto, deve ter cuidado de fazer os detalhes acima mencionados, de preferência apresentá-los graficamente uma única vez e fazer com que o sistema de referências (nome dos detalhes, nome e número das plantas e elevações, número de pranchas) seja coerente e eficiente.

#### 4.4. A gestão das etapas de projeto

O sistema de gerenciamento da etapa de projetos em empresas de incorporação e construção tem como meta o atendimento dos requisitos do processo e buscar a qualidade do produto com baixo custo (GUS, 1996).

GRIFFTH (1990) amplia um pouco mais a definição acima, citando como objetivos da gestão; aplicar habilidades gerenciais para a estrutura, organização e controle de todos aspectos do projeto de construção e também para otimizar recursos disponíveis para uma edificação, que melhor atenda às exigências do cliente para a função custo e performance.

O "*Club Construction Qualité*" da França (*apud* FRANCO, 1993) afirma que a gestão da qualidade é sobretudo antecipar os problemas; antes que reparar.

Existem poucos sistemas de garantia de qualidade conscientizados e formalizados em práticas de arquitetura. O interesse tem surgido de forma lenta. Segundo GRIFFTH (1990), profissionais de arquitetura não medem qualidade do seu trabalho por considerar que ela está inerente no mesmo.

A gestão da etapa de projetos, requer uma série de ações citadas por GUS (1996):

- impõe uma visão sistêmica, com a constante intervenção de grupos multidisciplinares com profissionais com experiência em execução de obras de forma coordenada e cooperativa;
- requer atenção na forma como ocorre a comunicação e a transferência de informações entre os agentes do processo;
- pressupõe o entendimento do projeto sob suas dimensões como processo estratégico e como processo operacional;
- necessita de um levantamento de procedimentos existentes para a análise; para aprimorar o que está e corrigir o que está mal;
- deve ser implementada a partir de uma priorização, estabelecendo pequenas mudanças ao longo do tempo (melhoria contínua).

Segundo KÄKÖNEN & KOSKELA (*apud* OLIVEIRA & FREITAS, 1998), nos próximos anos a gestão da etapa de projeto na construção civil será um grande foco de estudo, com inúmeras possibilidades de aplicação da tecnologia da informação, no intuito de melhorar a qualidade e produtividade.

KOSKELA (*apud* SILVA, 1998) afirma que a metodologia de gestão de projetos possui elementos que subsidiam a modificação do modelo tradicional de desenvolvimento do processo de produção da construção civil para um novo modelo de produção com menor número de etapas, menor variabilidade de resultados, maior flexibilidade e transparência. .

GRAY, HUGHES & BENNETT (*apud* GUS, 1996) desenvolveram um plano de ação para o gerenciamento da etapa de projetos composto por 6 passos:

1. pessoas e organizações
2. criando a cultura do empreendimento;
3. definindo as tarefas
4. gerenciando a produção de informações
5. avaliação da informação
6. planejando, monitorando e controlando todas as atividades

Estes passos serão os norteadores da abordagem da Gestão de projetos deste trabalho.

#### 4.4.1. Pessoas e organizações - A equipe

Uma empresa de projetos que deseja satisfazer adequadamente os seus clientes, sejam os internos ou os externos, deve montar uma equipe na qual seus participantes sejam qualificados para o tipo de projetos a serem desenvolvidos e mantenham-se motivados. A montagem desta equipe, requer muita reflexão e esforço pois desempenha um papel crucial no sucesso do empreendimento GUS (1996).

FABRÍCIO & MELHADO (1998) ressaltam que parcerias entre empresas e projetistas, podem se fortalecer se os projetistas venderem serviços de projeto mais qualificados, mais aptos a serem produzidos (maior construtibilidade frente ao sistema de produção) e de melhor qualidade para seus clientes e usuários.

Para a obtenção de maior qualificação e habilidade os profissionais de projetos deveriam recorrer a treinamentos e cursos para atenderem às demandas geradas pelas novas tecnologias construtivas. A qualificação necessária a um arquiteto que conceberá projetos em alvenaria estrutural, deverá ser a descrita no Capítulo 5 no item 5.1.3).

A equipe de projeto deve ser treinada a familiarizar-se com uma série de conceitos e ferramentas da qualidade que auxiliam na revisão da forma corrente dos processos e de seu gerenciamento. Segundo GUS (1996), a elaboração de um sistema de gerenciamento para etapa de projetos envolve esta revisão. Assim a familiarização com conceitos como visão sistêmica, cadeia cliente fornecedor, gestão participativa e melhoria contínua e com ferramentas como indicadores, fluxograma, *brainstorming*, (ver item 4.4.6.), folha de verificação e técnicas de padronização, constitui-se num repertório importante para a dinâmica e eficácia dos trabalhos.

Este autor recomenda que a equipe de trabalho seja composta pelo responsável pelos projetos na empresa, pelos parceiros dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações hidro-sanitárias e elétricas, etc., além do coordenador interno e do consultor. Podem ainda participar: gerentes de obras, de marketing, de vendas, de suprimentos, etc.

GRIFFTH (1990) ressalta a importância da integração da equipe de projeto, afirmando que é importante que todos os participantes do ciclo produtivo: clientes, projetistas, fornecedores, construtores estejam integrados para a obtenção da qualidade, como sugere a seguir:

- **o cliente** - definindo as exigências para a construção;
- **os projetistas e outros consultores** - interpretando as necessidades dos clientes, de forma que a edificação seja o reflexo das especificações dos materiais e componentes;
- **o construtor** - traduzindo o conceito do projeto, criando fisicamente a construção para encontrar as necessidades do cliente como sendo o percebido pelo projetista.

#### 4.4.2. A cultura do empreendimento

Os objetivos do projeto e da produção devem ser firmemente estabelecidos e entendidos pelos membros do time. GRAY, HUGHES & BENNETT (*apud* GUS, 1996). Estes objetivos devem estar relacionados com o planejamento estratégico da empresa, com o conhecimento construtivo e as tecnologias de produção, sendo passíveis de formalização.

A cultura de uma empresa reflete seu aprendizado. No caso de empresa de projetos este aprendizado é alimentado pelo sistema de informações.

Segundo BARROS. & SABBATINI (1998), a disposição para um aprendizado contínuo deve estar presente para que se possa ter a constante evolução tecnológica da empresa.

Uma empresa de projetos que tem sua cultura voltada às inovações tecnológicas, deve atentar para a ligação estreita entre a forma como a empresa é organizada e a tecnologia que utiliza (CHIAVENATO *apud* FRANCO, 1993).

O desenvolvimento tecnológico só se efetiva quando é realmente dominado, aplicado e implementado nos empreendimentos. Neste sentido, o desenvolvimento da etapa de implantação representa uma expressiva parcela do esforço de aprimoramento tecnológico, devendo ainda obedecer a uma metodologia científica na implantação, sob pena de resultar em edificações repletas de problemas patológicos, que levam a uma situação crítica de sanidade e habitabilidade.

A cultura tecnológica da empresa, deve ser documentada em manuais, pois segundo FRANCO (1993), sem esta base de organização das informações resultantes do desenvolvimento tecnológico, toda experiência acumulada pela empresa ao longo de sua atividade fica centrada nas pessoas.

As questões relativas aos manuais serão melhor discutidas no item 4.4.4.6.

#### 4.4.3. Definindo as tarefas

Devido a multidisciplinaridade de funções e pessoas que envolvem a etapa de projeto, as tarefas pelas quais cada participante é responsável, devem ser definidas claramente evitando confusões e mal-entendidos. O modelo organizacional deve ser criado limitando a ambigüidade e focando na produção clara e coordenada de informações.

A delimitação das tarefas diz respeito aos agentes internos ao processo de projeto (projetistas, secretárias, telefonistas) e aos externos (relativos ao projetista e demais contratados em um empreendimento).

A indefinição de responsabilidades transfere ao arquitetos a responsabilidade por especificações extremamente técnicas e estes, ou não as assumem devidamente, ou as deixam em aberto, obrigando que itens importantes em termos de valores, sejam resolvidos na obra.

SOARES & QUALHARINI (1998), alegam que esta situação deve-se a falta de setores específicos de Engenharia de Processos, que trabalhem na interface entre projeto arquitetônico, especificação e orçamentos.

Para delimitar às tarefas internas ao processo de projeto, pode-se usar as questões propostas por VALLS (*apud* SOARES & QUALHARINI, 1998), para o preenchimento das funções:

- *Elaboração*: de documentos, quem está apto a elaborá-los e como fazê-lo?
- *Aprovação*: Estão definidos os níveis hierárquicos para a aprovação de documentos? Esta hierarquia está difundida e implantada nas áreas emissoras?
- *Revisão*: Quem pode solicitar uma revisão de documento? Como é a metodologia do processo de revisão? É sistematizado o recolhimento de documentos obsoletos?
- *Distribuição*: Há uma área responsável pela distribuição de documentos? Quem?

#### 4.4.4. Gerenciando a produção de informações

O processo de projeto trabalha com uma série de informações advindas de vários intervenientes, e que possuem uma determinada hierarquia dentro do referido processo. Estas informações podem ser classificadas, segundo LONGO (*apud* FRANCO 1993), em dois grupos:

- Gerencial: destinada a embasar o processo decisório;
- Operacional: permitir que determinadas atividades continuem acontecendo dentro do ciclo operacional da empresa.

Os problemas verificados no processo de projeto são em sua maioria decorrentes:

- **do modo como as informações são transmitidas nas diversas fases do projeto:** nem todos os participantes têm acesso a todas informações;
- **do tempo despendido na coleta e reunião de informações:** no desenvolvimento preliminar dos projetos e na verificação da consistência do trabalho (COLES *apud* GUS, 1996).
- **da qualidade das informações:** a insuficiência de informações atrapalha o processo de projeto, mas o efeito das informações conflitantes tem se mostrado mais prejudicial à eficiência do processo de construção (TILLEY, WYATT & MOHAMED, 1997).

Estas constatações apontam a necessidade da sistematização destas informações para que estas possam ser comunicadas de forma integral e otimizada; visando a redução do custo da produção dos projetos e diminuição de atrasos. A sistematização das informações é uma maneira de garantir planejamento adequado de todos os aspectos do trabalho, visto que é um instrumento de apoio ao sistema de decisões (WALKER *apud* FRANCO, 1993).

Tanto as informações internas quanto as externas, obtidas através da análise de documentos, entrevistas, e etc. podem ser sistematizadas. As informações internas são

entendidas como aquelas que orientam as disciplinas próprias do escritório de projeto. As externas são aquelas provenientes de equipes multidisciplinares, seja através de parcerias externas com profissionais autônomos, escritórios de projetos independentes ou formação da equipe dentro da própria empresa, com profissionais contratados de áreas distintas.

A função da sistematização destas informações é:

- documentar o que é feito e como está sendo feito (GUS, 1996);
- rotinizar e mapear a seqüência dos procedimentos aceitos como corretos, e as provenientes de sua execução, descrevendo seu conteúdo, (SCARDOELLI (1995), (TZORTZOPOULOS, 1998))
- formalizar o conhecimento construtivo (FRANCO, 1993);
- disponibilizar as prescrições contidas em normas técnicas e demais documentos legais que orientam suas próprias disciplinas (NOVAES, 1998);
- definir os momentos de tomadas de decisão e concepção conjuntas;
- diminuir o número de incompatibilidades entre os projetos; e
- reduzir o tempo necessário entre o desenvolvimento de um projeto e outro (GRIFFTH, 1990).

Cabe ressaltar que a dinâmica do processo de projeto, a criatividade que é pré-requisito à formação do arquiteto, e outras particularidades dos projetos torna difícil o estabelecimento de rotinas de projeto. Mas muitas medidas podem ser tomadas no sentido de identificar e estabelecer o fluxo de cada processo constituinte da elaboração de projeto.

Alguns autores denominam este fluxo de modelagem de projeto. Para que esta modelagem seja lógica, coordenada e passível de controle, duas ferramentas são de importante ajuda: fluxograma e cronograma de atividades (GUS, 1996).

O gerenciamento da produção de informações não deve ser pensado somente em termos de arquivamento e catalogação de projetos já realizados. SOARES & QUALHARINI (1998) e FABRÍCIO & MELHADO (1998), apontam como grande vantagem destes sistemas, a recuperação e disponibilização, em tempo real, de informações documentadas devidamente atualizadas, adequadas e aprovadas por pessoas autorizadas, considerando estas operações essenciais para o funcionamento de um sistema de qualidade.

Outras vantagens também podem ser apontadas:

- aumento da previsibilidade das operações, garantia de coordenação , possibilidade de identificação dos pontos críticos e interfaces dos diferentes projetos. (SCARDOELLI, 1995);
- facilidade para a aplicação de ferramentas de controle e medição de desempenho, e ainda por que ela produz uma redução de custos do empreendimento (GRIFFTH, 1990), e
- auxílio na obtenção de certificados de qualidade ISO - 9000. (SILVA, 1995)

Após modelagem parte-se então para a melhoria de procedimentos, que segundo SCARDOELLI, (1995) envolve tanto aspectos técnicos quanto humanos.

Os projetistas fornecem as representações gráficas e escritas, as quais permitem aos contratantes e subcontratantes transformar conceitos e idéias em realidade física. Como efetivamente e eficientemente esta transformação ocorre, depende amplamente da qualidade do desenho e da documentação fornecida (TILLEY & BARTON *apud* TILLEY, WYATT & MOHAMED, 1997)

Estas documentações que normalmente são representadas através de contrato, programa de necessidades, desenhos, especificações e manuais, são todas passíveis de serem padronizadas e gerenciadas. Estas questões serão a seguir abordadas, após a análise das ferramentas de apoio à formalização das informações ; a padronização e a informática.

#### **4.4.4.1. Padronização das informações/documentação**

Observados os objetivos e vantagens da sistematização das informações, o próximo passo é definir como esta formalização pode ser colocada em prática.

Padrão deve ser entendido como algo flexível, que deve ser utilizado para garantir a previsibilidade e repetibilidade de um determinado processo (GUS, 1996).

A padronização é uma atividade que, para seu sucesso necessita da participação e do consenso de todas as pessoas envolvidas no processo, sendo uma técnica fundamental para o controle das atividades.

Pode-se padronizar os documentos em relação a sua representação gráfica e também quanto aos procedimentos que devem ser tomados para sua elaboração. Pode-se inclusive utilizar a informática de forma padronizada, com o uso, por exemplo, dos nomes de bibliotecas, ou o nome de pastas e arquivos quando se trabalha em rede. PICCHI (1993).

Todas as atividades, ferramentas e produtos envolvidos na produção ou transmissão de informações dentro dos escritórios de projetos arquitetônicos são passíveis de serem gerenciados de forma sistematizada. Alguns destes itens, como a informática, o contrato, o acompanhamento de obras, o desenho, e os manuais serão a seguir particularizados de modo a destacar os principais procedimentos que otimizem a etapa de projeto.

Estas atividades podem ser arroladas em um roteiro ou *check-list* de definições de projeto, que tanto auxilia no encadeamento e seqüência das atividades, na programação das definições a serem feitas segundo as características de cada obra.

A padronização de desenhos será melhor abordada no item 4.4.4.5. sobre o desenho.

#### **4.4.4.2. O projeto arquitetônico e a informática**

No Brasil observa-se duas peculiaridades em relação ao uso do CAD para confecção de projetos. A primeira é que o CAD não tem seu potencial de uso plenamente utilizado. PORT (*apud* GUS 1996) afirma, que este programa é utilizado quase que, exclusivamente como uma ferramenta similar à prancheta, escala, esquadros e lapiseira. A segunda peculiaridade, citada por SCHMITT, HINKS & JONH (1998), é que os arquitetos têm introduzido o uso do CAD com maior ênfase.

Este fato pode ser justificado, porque o projeto arquitetônico pode ser considerado a mola propulsora para a aplicação do CAD pelos profissionais com outras especialidades, pois o projeto arquitetônico é o documento que possibilita o desenvolvimento dos demais. Por esta razão o CAD pode auxiliar na integração destes projetos entre si e com sistemas de cálculo e dimensionamento.

Segundo SOARES & QUALHARINI (1998), após a utilização do CAD como ferramenta de confecção de desenho e venda de idéias ( em termos formais e estético), este está sendo utilizado como ferramenta de modelagem para simular o processo construtivo sendo importante para predizer as variações que ocorrerão na prática.

Recursos computacionais devem ser entendidos como *elementos-chave* para melhoria da qualidade do projeto de edificações, em um quadro de mudanças, com vistas ao desenvolvimento tecnológico e uma nova racionalidade organizacional no setor (NOVAES, 1998).

Segundo FABRÍCIO & MELHADO (1998), a implantação do CAD é uma inovação tecnológica que precisa ser considerada não só por seus custos diretos, mas também pelos que indiretamente ocorrem em sua implantação, em geral poucos aferidos.

#### 4.4.4.3. Contrato

O contrato dentro do processo de projeto aparece em duas situações diferenciadas. Pode ser firmado entre a construtora e o arquiteto, ou pode ser utilizado dentro do próprio escritório de arquitetura, na contratação do corpo técnico.

O contrato é importante no processo de execução, porque é nele que devem estar contidas informações relativas à forma como a edificação deve ser erguida e diretrizes relativas ao desempenho da edificação. O arquiteto pode através dos contratos retirar subsídios para conceber um projeto que satisfaça seu contratante, e ao mesmo tempo justifique suas tomadas de decisões.

O contrato elaborado pelo empreendedor e dirigido aos projetistas, segundo (GRIFFITH, 1990), deve versar sobre aspectos técnicos, financeiros, indicação de funções a serem cumpridas como especificada pelo cliente; e definição da responsabilidade e autoridades de cada equipe de projeto.

FRANCO (1993) complementa, afirmando que cabe à empresa construtora estabelecer procedimentos e seus respectivos documentos na contratação dos projetos.

Em países como a Austrália, estes documentos têm uma relevância tal, que são aplicados mecanismos para esclarecer as informações contidas nestes contratos. (TYLLEY, WYATT & MOHAMED, 1997)

Os contratos internos aos escritórios de arquitetura versam sobre a qualificação, desempenho, tempo de dedicação esperados do profissional contratado por parte do escritório. Neste aspecto pode funcionar como um instrumento regulador do desempenho do profissional em questão.

#### 4.4.4.4. O desenho

GRIMM, (1997) afirma que a maioria dos fatores que afetam a produtividade da execução, são estabelecidos na prancheta de desenho, e por este motivo, não deveriam ser negligenciados.

Os erros e inadequações no trabalho de plotagem, diminuem a habilidade de suprir o contratante com todas as informações necessárias para capacitar a construção a atingir seus requisitos eficientemente e sem impedimento (CURTIN *et al.*, 1984).

Arquitetos e construtores mudam suas opiniões no decorrer da fase de projeto, por diversos motivos, e as vezes estas alterações são inevitáveis. Este processo de contínuo aperfeiçoamento da proposta, se por um lado é benéfico, por outro lado atrasa a conclusão do projeto, e nem sempre as mudanças e suas repercussões são totalmente pensadas. Os membros da equipe de projeto têm de estar conscientes das mudanças e apreender de forma ágil o que mudou de uma emissão do desenho para a próxima emissão do mesmo desenho, e evitar que desenhos desatualizados sejam passados à obra.

Por outro lado, no canteiro de obras, as pessoas da equipe responsável pelo mesmo não podem mudar detalhes de construção, por menor que seja a alteração, sem primeiro obter a aprovação do projetista, sob pena de interferir na segurança e eficiência da estrutura final (CURTIN *et al.*, 1984).

Para possibilitar o correto e eficaz gerenciamento das informações contidas nos desenhos, FRUET & FORMOSO (1993) sugerem o registro das modificações efetuadas no projeto e identificação das plantas atualizadas, e o estabelecimento de prazos e procedimentos para estas modificações. Deve-se também elaborar um registro de emissões de desenho, que é um bom indicador inicial de áreas de provável documentação deficiente (TYLLEY, WYATT & MOHAMED, 1997).

Torna-se de especial importância a padronização e desenvolvimento de uma linguagem por símbolos que facilite sua interpretação e a torne eficiente (FRANCO *et al.*, 1991).

PICCHI (*apud* GUS, 1996), recomenda que sejam definidos padrões de apresentação entre os desenhos através da numeração de pranchas, do selo, e da definição da quantidade de pranchas que devem compor um projeto.

Estes desenhos devem ser devidamente referenciados com os demais documentos (dos documentos preliminares de projeto, estudo de massa; estudo preliminar, estudo de viabilidade, proposta de projetistas etc.).

Para elaboração destes desenhos, o autor recomenda que se utilize diretrizes padronizadas para o dimensionamento de ambientes, tais como as dimensões relativas a pés-direitos, alturas e larguras de elementos e componentes de estruturas de vedação, etc., incluindo detalhes construtivos.

Quanto à padronização de detalhes, CURTIN *et al.* (1984) fazem importantes considerações: embora exista uma riqueza de informações no detalhamento de aço e estruturas de concreto, não existe o mesmo número de procedimentos catalogados para estruturas de alvenarias. O uso dos chamados detalhes padrão devem atentar apenas para os elementos que são passíveis de padronização, como por exemplo amarrações de parede, detalhes do respaldo, vergas, etc.

Os detalhes padronizados devem ser revisados frequentemente, para que não proporcione a inibição do pensamento individual, e nem limite a inovação da solução dos problemas.

Quanto à apresentação dos desenhos, FRANCO *et al.* (1991) recomendam para plantas gerais, o formato de papel A3 e a escala 1/50, e para os projeto executivo a escala 1/20, visando o fácil manuseio pelos agentes das obras. Recentemente, autores como OLIVEIRA (1994), recomendaram a utilização do tamanho A4, no canteiro de obras, por agilizar a consulta dos desenhos.

#### **4.4.4.5. Especificações**

O arquiteto é responsável e deveria garantir que cada material, produto ou componente usado no seu trabalho seja de um tipo conveniente e tenha qualidade para a função e condições pretendidas, adequadamente preparadas ou combinadas e aplicadas para atender a função pretendida (GRIFFITH, 1990).

A clara especificação de um produto é indispensável para que se possa exercer medidas de controle de qualidade e de racionalização (FRANCO, 1993).

Sendo assim, o arquiteto deve definir critérios e diretrizes para elaborar suas especificações e documentá-los. As especificações para o uso da alvenaria estrutural iniciam com a escolha das família de blocos, pois a partir daí tem-se uma série de condicionantes que variam com o tipo de blocos.

#### 4.4.4.6. Manuais

Os manuais dentro dos escritórios de arquitetura têm diversas funções. A experiência construtiva do escritório deve estar contida em manuais, procedimentos e normas internas da empresa e devem refletir sua forma característica de trabalhar (FRANCO, 1993).

O autor cita que o escritórios de projeto podem ainda elaborar manuais de utilização dirigido ao usuário da edificação, com informações sobre o uso e manutenção dos componentes e subsistemas da edificação. Procedimento que também corresponde a um acréscimo de qualidade do produto para o consumidor final.

A escolha da expressão Manual, segundo GUS, (1996) está ligada às idéias de acessibilidade, clareza, objetividade e praticidade, pois este deve ser de fácil manuseio e consulta, e possuir um mecanismo de atualização que agilize a alteração de suas disposições e documentos. O manual sendo um documento único reúne todos os elementos do processo de projetos, evita a dispersão de documentos que poderiam, desestruturar o conjunto e deixar suas partes sujeitas ao esquecimento ou extravio.

O conteúdo das informações técnicas devem ser reciclados pelos conhecimentos obtidos pelos projetistas principalmente pelas informações advindas de técnicas tais como APO - Avaliação Pós-Ocupação, e de visitas a obras.

SOUZA, BARROS & MELHADO, 1995 salientam que pode-se registrar as inovações tecnológicas implantadas, as dificuldades surgidas da implantação, as alternativas para a resolução de problemas, ainda dentro desta proposta de documentação de um acervo técnico.

O manual de procedimentos internos, deve conter proposições para a padronização de projetos, anteriormente relatada, e sempre que possível deve ser utilizada uma linguagem gráfica, ou seja, utilizando figuras, gráficos ou quadros. Cada assunto deve estar contido completamente em uma única página, se possível, auxiliando a facilidade de leitura, a objetividade e a flexibilidade das alterações (GUS, 1996).

Este mesmo autor, afirma que os seguintes itens devem constar no manual, prioritariamente:

- a) Histórico e filosofia;
- b) Visão geral da etapa de projetos;
- c) Seqüência de atividades e suas interfaces;

- d) Rotinas e procedimentos especiais;
- e) Funções e responsabilidades;
- f) Documentos padronizados de apoio gerencial e de apoio às rotinas.

Pelas informações registradas no manual, este autor conclui que na prática a montagem do manual se confunde com a própria modelagem do sistema. Durante sua elaboração, a equipe estará permanentemente reavaliando o sistema preliminarmente concebido, visto que o manual permite uma maior visualização do todo, conferindo-lhe coerência e identificando-lhe as lacunas.

#### 4.4.5. Avaliação da informação

Após a criação de uma sistematização das informações durante o desenvolvimento do projeto, os escritórios de arquitetura devem formalizar as etapas de revisão e avaliação do conteúdo dos projetos, a serem feitas tanto pelos participantes dos projetos como por pessoas não envolvidas com os mesmos, tais como consultores externos.

Estas revisões e avaliações objetivam garantir que o projeto trará retorno ao dinheiro empregado e satisfação no uso do empreendimento a longo prazo. Segundo TYLLEY, WYATT & MOHAMED (1997), estas podem ser altamente subjetiva e aberta para interpretação, e por isto devem ser levadas com cuidado e sensibilidade para promoverem uma contribuição positiva ao processo.

Segundo PICCHI *apud* GUS (1996), por muitas vezes esta tarefa torna-se inviável pela postura de alguns profissionais que confundem a verificação como uma "afronta pessoal" e consideram que esta diminui sua criatividade. Esta resistência é peculiar no setor da construção de edifícios, identificado como conservador, por FRANCO (1993) quando comparado com outros setores produtivos.

É importante mudar esta postura. Para isto, os arquitetos devem compreender, que a avaliação visa avaliar o projeto e não o profissional responsável.

NOVAES (1998) sugere o emprego de listas de verificação para averiguar a conformidade das soluções, se esta atende às exigências dos agentes de promoção do empreendimento e da produção da edificação a aos objetivos dos profissionais de projeto.

Esta verificação consiste em um exame completo de aspectos técnicos do projeto, tais como à racionalização, e construtibilidade devendo ser realizada nas várias

interfaces das fases do processo de projeto e ao término do mesmo, e segundo SOUZA & MELHADO (1998), com especial atenção a compatibilidade de soluções e nas características que afetam a produção, cabendo ao revisor propor as alterações necessárias.

A avaliação do conteúdo da documentação pode ser feita através dos seguintes critérios (CURTIN *et al.*, 1984):

- **pontualidade** – é fornecido quando requisitado, para evitar atrasos;
- **precisão, exatidão** – está livre de erros, conflitos e inconsistências;
- **perfeição** – fornece todas as informações requisitadas;
- **coordenação** – existe coordenação entre os desenhos das disciplinas; e
- **conformidade** - reflete os padrões de exigência de desempenho e regulações estatutária

Quanto à avaliação da forma final resultante, SILVA (1983) cita os seguintes aspectos que podem ser considerados:

- a) adequação instrumental
- b) racionalidade construtiva
- c) resultado plástico (plano estético)
- d) originalidade

#### 4.4.6. *Planejando, monitorando e controlando todas as atividades*

Todas as atividades do processo de projeto devem ser coordenadas por um gerente, a partir de sistemas de planejamento e controle adequados a cada atividade e ao processo como um todo.

Para o eficaz gerenciamento destes passos, GRAY, HUGHES & BENNETT *apud* GUS (1996) recomendam que:

- a) seja reconhecida e respeitada a complexidade de processo de projetos;
- b) o desenvolvimento do processo seja gerenciado e controlado;
- c) o consenso seja obtido nas decisões chaves;
- d) as contribuições dos intervenientes e suas interfaces sejam integradas;
- e) as informações dos projetos sejam integradas às necessidades da construção;
- f) que o planejamento seja uma constante, antes e ao logo do processo.

O planejamento de projetos visando a qualidade, deve corresponder ao desenvolvimento dos produtos que atendam às necessidades dos clientes, devendo contar com a participação efetiva de todos os envolvidos no empreendimento durante todas as etapas, sendo que seja estimulada a clara comunicação. Como documentos do planejamento – PICCHI (*apud* GUS, 1996) cita a elaboração de cronogramas de atividades, com a compatibilização entre projetos e prazos;

Uma técnica muito utilizada ultimamente, é o *braistorming*, que segundo SCARDOELLI (1995), é uma técnica de estímulo à criatividade na solução de problemas, tem como uma de suas bases o julgamento adiado de idéias, que permite que boas idéias não sejam descartadas antecipadamente por não se enquadrarem em padrões estabelecidos

#### **4.4.6.1. Controle e aperfeiçoamento de projetos**

Uma das técnicas que devem ser utilizadas no gerenciamento de projetos é o controle dos projetos dentro de uma visão crítica para obtenção de qualidade

"A experiência tem demonstrado que o efetivo controle da qualidade tem sido o principal fator de sucesso para o projeto" (MAFFEI *apud* FRANCO, 1993).

O controle de projetos é uma ação gerencial, que visa assegurar a garantia de qualidade do projeto. Por esta razão, FRANCO, (1993) enfatiza que é necessário que se mude a postura errônea de considerar controle de qualidade apenas como uma ferramenta de verificação. Nestes casos, o controle da qualidade mostra-se muitas vezes ineficaz para garantir a própria qualidade do produto, uma vez que depois de cometido e constatado o erro, em boa parte das vezes, existe a tendência de se aproveitar ao máximo o serviço mesmo que incorreto.

FRANCO, (1993) recomenda que o controle de produção de projetos deve ser realizados por meio de autocontrole interno e eventualmente a este controle interno pode ser acrescido controle externo independente.

Como instrumento de controle das interfaces, PICCHI (*apud* GUS, 1996) sugere a elaboração de um fluxograma geral de documentação a ser gerada pelos diversos intervenientes, identificando as interfaces dos mesmos e estabelecendo pontos de controle para garantir que sejam realizadas as compatibilizações de informações e decisões no projeto.

A avaliação dos procedimentos existentes tem o propósito de manter o que está bem e melhorar o que não está mal, promovendo o conceito de melhoria contínua. A modelagem dos procedimentos existentes é básica para o rastreamento destas causas (GUS, 1996).

A melhoria contínua é mais do que a formalização de uma fase do método, ela é comportamental. Ela exige uma mudança de postura, através do reconhecimento de que tudo o que é feito pode, e deve, ser permanentemente melhorado.

Tanto a melhoria contínua, quanto a inovação incorporam o incremento do produto e a melhoria do processo de conversão. Entretanto, a melhoria contínua está mais vinculada a mudanças nas atividades de fluxo do processo, do que nas atividades de conversão. Em alguns casos, uma inovação pode aumentar a eficiência do fluxo do processo (KOSKELA *apud* SCARDOELLI, 1995).

O controle só poderá ser exercido de forma ótima a partir da determinação dos parâmetros de projeto, que dizem respeito à documentação e procedimentos.

SOUZA, BARROS & MELHADO, 1995 apontam como dificuldades para controlar as atividades de projeto, por parte das construtoras:

- a falta de uma estrutura organizacional eficiente para contratação e coordenação da elaboração de projetos;
- a ausência uma memória construtiva;
- a desconsideração dos fatores humanos e de relacionamento

Para o controle do processo de projetos, GUS (1996) propõe a utilização das seguintes planilhas pré-formatadas de apoio, que devem ser utilizadas no gerenciamento e registro de informações dos projetos de cada empreendimento:

- a) **documento informativo:** padrão único para a troca de informações, requisição de informações, pautas e atas de reuniões, etc.;
- b) **cronograma geral** – tipo cronograma de barras com divisão de tempo por semanas para o planejamento e acompanhamento global do processo de projetos;
- c) **cronograma de etapas** – são um para cada etapa; é semelhante ao cronograma geral, porém com divisões diárias;

- d) **registro de padrões** – são documentos para o registro de padrões estabelecidos para o empreendimento; definem o programa, equipamentos, acabamentos e esquadrias;
- e) **ficha técnica** – identifica a equipe técnica dos projetos de um determinado empreendimento, incluindo; gerente de projetos, principais projetistas, principais fornecedores (ar condicionado, impermeabilizações, elevadores, etc.) e eventuais consultores especialistas;
- f) **diário de gestão de projetos** – documento padronizado para registro dos principais eventos durante o processo de projetos, se constituindo na memória do processo; o seu uso é recomendado para o gerente de projetos.

Todas as atividades que fazem parte do processo de projeto, relatadas neste trabalho, devem ser gerenciadas e coordenadas. As funções do gerente dizem respeito aos procedimentos de operacionalização do escritório, tais como;

- controle de arquivo; controle de cópias; controle da utilização
- treinamento pelos integrantes da equipe de projeto, tanto a nível operacional como o aprimoramento tecnológico dos mesmos.

O coordenador de projetos tem como funções o planejamento geral, controle e coordenação de um projeto do início ao término, objetivando as exigências do cliente e garantindo a realização a tempo, dentro dos custos e padrões de qualidades exigidos. FRANCO (1993), afirma que o Coordenador deve garantir que as soluções adotadas tenham sido suficientemente abrangentes, integradas e detalhadas

A coordenação de projetos não deve ser confundida com a gerência do empreendimento, a quem a coordenação deve responder e assessorar desde seu início"(MELHADO & VIOLANI *apud* GUS 1996).

A implantação de um sistema de coordenação de projetos aumenta a confiabilidade do processo e diminui as incertezas em todas atividades, inclusive e principalmente aquelas relativas à fase de execução. Desta maneira é atividade fundamental para implantação de medidas de racionalização e qualidade (FRANCO, 1993).

Entre as funções da coordenação, PICCHI (*apud* GUS,1996) cita: a compatibilização de projetos, o controle dos dados de entrada, o controle de revisões,

controle das alterações dos documentos, controle de pendências, controle de modificações.

FRANCO (1993) acrescenta ainda como função do Coordenador de projeto:

- orientar o empreendedor na definição dos condicionantes, tais como a metragem do empreendimento, padrão esperado para o produto final, em quantas unidades será disposta a edificação, etc. Os condicionantes são de fundamental importância para as decisões de projeto, desde as mais elementares até aquelas mais fundamentais, como a escolha do processo construtivo para execução do empreendimento.
- representar a figura do empreendedor e também comparar o resultado de cada etapa com aquilo que era esperado.

MELHADO (1998) apresenta na figura 4.3 abaixo as pessoas que podem exercer esta função, considerando que todos os profissionais devem trabalhar em conjunto e coordenadamente, como é previsto nos princípios da engenharia simultânea para a elaboração de projetos, com auxílio da tecnologia da informação.

Coordenador	Vantagens	Desvantagens
Diretor ou Funcionário da Construtora	Conhece a cultura construtiva da empresa e sabe exatamente o que precisa tirar do projeto	Pode desprezar aspectos próprios de cada um dos projetistas, sendo tendencioso
Arquiteto	Conhece profundamente o projeto arquitetônico e todas as suas inter-relações com os demais	Tem conhecimentos restritos sobre o processo de produção
Consultor	Tem uma visão imparcial sobre o projeto e pode dar sugestões valiosas para melhorar sua construtibilidade	Em geral, é um serviço caro e que muitas incorporadoras e construtoras ainda não estão dispostas a pagar

**Figura 4.3.** - Os possíveis coordenadores de projeto

(adaptado de REIS *apud* MELHADO, 1998)

O aprimoramento do sistema de gestão da organização como um todo é certamente o meio mais eficaz para melhoria de desempenho. (SOARES & CONSENZA, 1998)

#### 4.5. A avaliação da gestão nos escritórios de arquitetura

Conforme o que foi descrito no Capítulo 3, item 3.2.3, a análise dos resultados das questões relativas a gestão do processo de projeto é a seguir comentada.

##### *4.5.1. Características básicas e organização dos escritórios entrevistados*

A maioria dos escritórios abordados são de pequeno porte, pois somente três têm mais de cinco funcionários. Sendo que seis atuam exclusivamente no desenvolvimento de projetos, e outros quatro com projetos e execução de obras.

Em relação ao tempo de atuação no mercado da construção civil, três escritórios atuam há menos de cinco anos, e os outros sete já estão há quase vinte anos, possuindo uma grande quantidade de projetos desenvolvidos. Porém mesmo nestes escritórios que estão no mercado há bastante tempo, a quantidade de projetos arquitetônicos concebidos em alvenaria estrutural, é ainda irrelevante. O escritório que desenvolveu mais projetos para alvenaria estrutural fez treze projetos, o que representa 15% de sua produção total.

Entretanto, nota-se, que nos escritórios que atuam recentemente no mercado a relação de projetos para alvenaria estrutural desenvolvidos é maior que os projetos desenvolvidos para outros sistemas construtivos. Todos escritórios trabalham com alvenaria estrutural há pouco tempo, sendo que o arquiteto que desenvolve estes projetos há mais tempo, o faz há cinco anos.

Entre os arquitetos questionados, apenas um trabalha dentro de um departamento de uma empresa, que no caso é uma fábrica de blocos.

Os projetos residenciais são desenvolvidos por todos escritórios, oito destes escritórios desenvolvem projetos comerciais e somente três desenvolvem projetos institucionais. Este resultado revela que a alvenaria estrutural tem grande vocação para projetos residenciais, porém observa-se que estes projetos são de edificações multifamiliares. Somente dois arquitetos desenvolvem projetos de casas com este sistema construtivo, e nestes dois casos os arquitetos tiveram a iniciativa de desenvolver e estudar projetos com esta finalidade.

#### *4.5.2. O desempenho dos projetos*

Quanto aos requisitos que o projeto arquitetônico deve atender, seis arquitetos entendem que o projeto deve atender tanto aos requisitos do processo de execução quanto ao usuário final. Os demais consideram mais importante o atendimento dos requisitos do usuário final, e cinco dos entrevistados consideram que o projeto deve também atender aos requisitos e princípios conceituais do arquiteto.

#### *4.5.3. As etapas de projeto*

A entrega dos projetos é feita em etapas por sete dos arquitetos, que formalizam estas etapas, demonstrando que estão preocupados em desenvolver os projetos utilizando estratégias de organização das etapas. A entrega do projeto em etapas formalizadas é um importante instrumento de avaliação e controle por parte do contratante, que pode detectar o não atendimento de algum requisito em tempo hábil para mudanças, sem acarretar maiores custos de produção do projeto.

Somente um dos arquitetos consultados elabora um fluxograma das etapas a serem desenvolvidas em cada projeto. O fluxograma das etapas, é uma ferramenta de auxílio na elaboração dos projetos ministrada desde o curso de graduação dos arquitetos, e que na prática profissional, pelo menos por parte dos entrevistados, caiu em desuso. Cabe complementar o que anteriormente foi colocado no item 4.4.4. do presente capítulo, que as modernas teorias do Lean Construction pregam a transparência nas etapas dos processos, que no caso dos projetos, pode ser alcançada pelo uso do fluxograma de etapas.

##### **4.5.3.1. Briefing**

Todos arquitetos entrevistados têm contatos direto com o dono dos empreendimentos, e seis escritórios elaboram o programa de necessidades destes clientes. Para obtenção dos requisitos, em seis escritórios são fornecidas listas das necessidades elaboradas pelos próprios clientes, quatro arquitetos fazem entrevistas informais e somente um arquiteto elabora questionário para extrair os requisitos.

Observa-se que em nove escritórios, os arquitetos afirmam manter contato com usuário final, o que é contraditório, visto que estes elaboram o programa de necessidade para o dono do empreendimento, que nem sempre é o usuário final, como no exemplo de investidores que edificam conjuntos habitacionais para vender e alugar.

#### **4.5.3.2. Compatibilização**

As informações que alimentam as ações de compatibilização são obtidas por sete dos arquitetos, feitas através de reuniões com os projetistas parceiros. A utilização de memoriais e "fax" são utilizados por dois arquitetos, as informações via telefone são processadas por um dos arquitetos. Apenas um dos arquitetos verifica a interferência dos projetos através de disquetes, neste caso, os projetistas parceiros trabalham dentro de uma mesma linguagem computacional.

#### **4.5.4. Gestão das etapas**

O sistema de gestão da qualidade foi implantada por seis dos entrevistados. A iniciativa desta implantação em cinco escritórios foi própria e em apenas um a implantação foi fruto da solicitação por parte de empresas parceiras.

A responsabilidade de implantação desta sistematização ficou a cargo de técnicos da própria empresa em quatro escritórios, e em dois foi implantado por um técnico da empresa contratante dos serviços.

As causas que levaram a implantação das sistematização foram duas. A primeira, responsável pela implantação em quatro empresas, foi a busca de aumento da qualidade dos projetos, e a segunda causa foi a necessidade que dois arquitetos sentiram de organizar de forma mais eficiente seus escritórios.

Entre seis empresas que implantaram o sistema de gestão da qualidade em seus escritórios, em quatro foi informado ter havido aumento dos custos de operação do escritório, e somente em dois houve perturbação no sistema organizacional da empresa.

#### **4.5.5. A equipe**

Observa-se que seis escritórios mantêm relações permanentes de parceria com construtoras, quatro escritórios são contratados por indicação, quer de outros profissionais, ou da clientela, e quatro já são indicados pela sua experiência na elaboração de projetos em alvenaria.

A consolidação da relação de prestação de serviços entre construtor e arquiteto foi verificada em somente três escritórios, nos quais os arquitetos projetam para as respectivas construtoras parceiras em até dez empreendimentos.

A relação entre os arquitetos entrevistados e os demais projetistas que elaboram projetos para as mesmas construtoras é bastante variável, e dependem das características dos empreendimentos.

#### **4.5.6. O gerenciamento de informações e documentação**

##### **4.5.6.1. Contratos**

O contrato é um instrumento pouco utilizado na relação entre as empresas construtoras e os escritórios de arquitetura. Somente quatro arquitetos têm sua atividade de projeto devidamente especificada em contratos. E quanto ao conteúdo destes documentos, observa-se que os contratantes, em cinco casos, preocupam-se com as atribuições dos arquitetos e listam os elementos gráficos que devem compor o projeto. Os contratantes especificam as etapas de entrega para quatro arquitetos e apenas três destes documentam o desempenho esperado do projeto.

Em cinco escritórios estes contratos são firmados entre a construtora e o arquiteto. Em três destes, o contrato é feito entre o arquiteto e o empreendedor, e somente em dois os contratos são entre o arquiteto e os proprietários do imóvel a ser edificado.

Apesar das construtoras contratarem os projetistas, o contato entre o responsável pela execução e os arquitetos não se dá de modo satisfatório. Dos entrevistados, cinco arquitetos não possuem contato com os responsáveis pela execução, pelo menos de forma sistemática. Apenas dois estabelecem contatos com agentes da execução em todas etapas do processo de projeto, e os outros três em etapas esporádicas.

#### 4.5.6.2. Documentos elaborados durante o processo

Os elementos apresentados nos projetos, extrapolam a quantidade solicitada pelos contratantes por parte de sete arquitetos. Destes, seis tomam esta medida por considerar a documentação exigida insuficiente para a perfeita execução da obra, três apresentam seus projetos com grande quantidade de elementos gráficos independente do contratante, e um apresenta ampla documentação como forma estratégica de diferenciação perante a concorrência, e também por considerar que a remuneração comporta uma graficação um pouco mais abrangente do que a solicitada.

Os manuais de procedimentos construtivos, são documentos que quatro arquitetos entrevistados recebem dos seus contratantes, para que estes considerem estas informações como condicionantes de projeto, de forma que os mesmos apresentem de forma intrínseca a cultura da construtora.

A transmissão das informações relativas à utilização da edificação não preocupam os arquitetos, pois somente um dos questionados emite manuais de utilização para o usuário.

A padronização das informações é um requisito de projeto solicitado a seis dos arquitetos pelas construtoras parceiras. Esta solicitação estende-se também aos demais projetistas. Deste modo facilita-se a assimilação das informações, por parte dos agentes no canteiro.

Como documentos gráficos de apoio à atividade de projetos, 6 escritórios visitados possuem registros de padrões (de acabamentos e equipamentos a serem utilizados, ou como referência dimensional); cinco emitem documentos informativos; cinco emitem cronogramas das etapas de projeto, quatro elaboram cronogramas gerais, e somente dois trabalham com *check-lists*.

Todos os escritórios pesquisados utilizam o computador para desenhar seus projetos, desde a etapa de anteprojeto até o detalhamento executivo. Os programas utilizados são o AUTOCAD, por sete dos entrevistados, e os demais utilizam DATACAD, CADABRA, e o AVEST-TQS.

Seis dos dez arquitetos entrevistados fazem o levantamento de dados no computador. Destes, três utilizam o programa EXCEL, dois utilizam o WORD, e um único utiliza o AUTOCAD, os demais elaboram o levantamento de dados manualmente.

#### 4.5.6.3. Documentação enviada à obra

A consciência da importância dos detalhes transparece no fato de que a quase totalidade dos arquitetos entrevistados elabora plantas das 1<sup>as</sup> e 2<sup>as</sup> fiadas. Apenas um arquiteto não faz estas plantas, passando esta tarefa ao calculista.

O caderno de detalhes é confeccionado por sete dos escritórios, e o desenho de todas elevações é feita por cinco arquitetos. Os outros cinco entrevistados elaboram as elevações das principais paredes (geralmente as que apresentam mais interferências, como aberturas, instalações, etc.).

O memorial descritivo é confeccionado por sete dos profissionais questionados, e um arquiteto entrevistado entrega à obra uma listagem das quantidades de insumos a serem consumidos no canteiro.

Em relação à escala em que desenhos são desenvolvidos, oito dos arquitetos entrevistados elaboram as plantas de 1<sup>as</sup> e 2<sup>as</sup> fiadas na escala 1/50, um arquiteto utiliza a escala 1/25 e 1 arquiteto utiliza a escala 1/33,3. As elevações são elaboradas por cinco dos arquitetos, na escala 1/50, quatro as elaboram na escala 1/25 e novamente um arquiteto utiliza a escala 1/33,3. Na elaboração do caderno de detalhes são utilizadas as escalas 1/25 por oito dos arquitetos, e dois utilizam a escala 1/10.

Os formatos dos papéis são bastante variáveis para a apresentação das elevações e para as plantas de 1<sup>as</sup> e 2<sup>as</sup> fiadas. Cinco arquitetos utilizam o formato A3 e cinco utilizam o formato A4 para os cadernos de detalhes.

#### 4.5.7. Controle e aperfeiçoamento da etapa de projeto

Em sete dos escritórios entrevistados é realizado controle das etapas de projeto pelo contratante. Os responsáveis por este controle, em cinco destes, é o contratante do arquiteto que na maioria dos casos é o empreendedor. O engenheiro responsável pela obra controla o projeto em quatro escritórios e apenas em um escritório a atividade de projeto é acompanhada por um consultor.

Este controle é realizado através de reuniões nas quais o arquiteto apresenta ao responsável o projeto no estágio em que se encontra, e então são discutidas as questões pertinentes.

Em cinco escritórios onde o desenvolvimento dos projetos é controlado, este procedimento é realizado em todas as etapas. Em dois apenas nas etapas iniciais (até o estudo preliminar).

Os arquitetos mostram-se receptivos ao controle da etapa de projetos, considerando-a indispensável ao processo, e definindo o controle como uma ferramenta que pode levar à melhoria dos projetos. A solicitação de alteração por parte do controlador, parece não ser geradora de conflitos. A metade dos arquitetos altera prontamente, e metade discute amplamente as alterações com o controlador, antes de executá-las.

#### **4.5.7.1. Feed-back**

Uma das formas do arquiteto saber das repercussões de seu projeto em termos de racionalização e construtibilidade, são as informações oriundas da obra. A maioria dos arquitetos é comunicado quando o seu projeto sofre alteração no canteiro, somente um arquiteto não recebe esta informação. Quatro escritórios abordados relatam que, quando há necessidade de alterações, estas informações são transmitidas aos arquitetos por escrito, cinco recebem estas informações por telefone. Dois detectam a necessidade de alteração em visitas à obra.

As visitas à obra são procedimento sistematizados por seis consultados, que o fazem no decorrer de todos os serviços (implantação, fundações, acabamentos, etc.). E a finalidade destas visitas para cinco destes arquitetos é resolver dúvidas da equipes de execução da obra em relação ao projeto.

Percebe-se que os arquitetos possuem mecanismo formal de visita à obra, quando sete dos entrevistados respondem que fazem as visitas munidos de listas de verificação e controle.

O julgamento do usuário final em relação ao projeto é considerado como *feed-back* dos projetos por nove dos arquitetos entrevistado, mas apenas dois utilizam um mecanismo formal, como por exemplo questionário, para extrair estas informações.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONHECIMENTO TECNOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

#### **5.1. A transferência de tecnologia e alvenaria estrutural**

O uso da alvenaria estrutural como tecnologia construtiva adotada por escritórios de arquitetura pressupõe que a empresa está em busca de eficiência através da modernização de seus processos, ou buscando uma diferenciação de mercado por meio de inovação tecnológica. A inovação tecnológica é apontada por SCARDOELLI (1995) como um instrumento decisivo para garantir a competitividade das empresas.

Atualmente, o debate sobre o incremento de eficiência e competitividade gira em torno da implantação das modernas teorias de gestão da qualidade, como o TQS, Lean Construction, Engenharia Simultânea, etc. A alvenaria estrutural possui preceitos que se adaptam perfeitamente à estas doutrinas. Porém é importante analisar como as empresas implantam esta tecnologia, para entender por que em alguns casos esta tecnologia não se consolida.

SANTOS, POWELL & FORMOSO (1998), afirmam que a transferência de tecnologia é uma prática provinda das empresas de manufatura e tem se intensificado nos últimos anos. Na construção civil muito deste “know-how” se perde, não é aplicado ou não é desenvolvido adequadamente devido a deficiências no processo de transferência. Na figura 5.1. , tem-se um apanhado de como a aplicação de inovações de forma equivocada, podem contribuir para o insucesso de uma nova tecnologia.

Como são promovidas as inovações	evidenciando
melhorias pontuais, de acordo com as características do empreendimento	falta de uma visão ampla do processo produtivo.
forma imediatista, abrupta	carência de um período de transição, para que a mão-de-obra possa se adaptar a nova tecnologia.
em empresas sem uma organização formal bem definida, isto é, sem o entendimento claro de seus objetivos,	o desconhecimento dos responsáveis, a cada nível da empresa e do empreendimento, por implantá-los.
ações teóricas	longe de chegar ao canteiro de obras ou aos escritórios de projeto, e se consubstanciarem em uma realidade tecnológica

**Figura 5.1.** - Algumas formas de aplicação das inovações tecnológicas

Fonte: SCARDOELLI (1995), FRANCO, (1993).

Além da inadequação na implantação das inovações existe muita resistência na etapa de construção, na mudança de procedimentos que são "consagrados" pela experiência (FRANCO, 1993).

SCARDOELLI (1995) destaca várias atitudes que colaboram para esta resistência:

- A atitude pessimista que decorre de experiências negativas anteriores.
- A atitude conformista, que consiste em aceitar os acontecimentos como situações comuns, rotineiras, sem nunca questionar os motivos de sua ocorrência.
- A atitude de acomodação, que leva as pessoas a fugirem do esforço de pensar e tentar melhorar seus métodos e processos.

Como decorrência da falhas na implantação de uma determinada tecnologia, tem-se:

- planejamento de projetos inadequados;
- execução de obras deficientes;
- materiais e técnicas não condizentes;
- desperdício e mau uso dos materiais

- mão de obra deficiente;
- custos exacerbados, uso e manutenção dos edifícios inadequados e ineficientes.

Para que o uso de uma tecnologia como a alvenaria estrutural se justifique, é necessário o entendimento com precisão do que significa uma inovação tecnológica, e a identificação de sua necessidade por parte da empresa.

A inovação tecnológica é um processo que vai desde a concepção de uma idéia técnica, até o uso de um novo produto ou processo, estando freqüentemente associada a utilização de novos componentes, produtos, sistemas, procedimentos e equipamentos, e conseqüentemente gerando mudanças nas rotinas e procedimentos.

Portanto a introdução de uma nova tecnologia, pressupõe uma série de mudanças organizacionais. Mudança organizacional é qualquer transformação de natureza estrutural, estratégica, tecnológica, humana ou de qualquer outro componente capaz de gerar impacto em partes ou no conjunto da organização (MOURA, 1998).

SALGADO (1998) explica como se dá a implantação de uma nova tecnologia. Num primeiro nível tem-se as mudanças de conhecimento, que ocorrem ao se receber uma nova informação. As mudanças de atitude, no nível dois, acontecem quando alteram-se os referenciais de valores para se aceitar o novo conhecimento. No terceiro nível encontram-se as mudanças de comportamento, que ocorrem quando a nova informação já está internalizada e traduzida em valor para a pessoa. O quarto e último nível corresponde às mudanças de comportamento de grupo, que são mais difíceis e lentas.

Os níveis qualitativos na sistemática de desenvolvimento de projetos específicos são fundamentais para garantir a intervinculação tecnológica e produtiva de componentes e fase de produção, e em segunda instância para colocação do produto no mercado (LUCINI, 1996).

#### *5.1.1. O projeto arquitetônico em alvenaria estrutural*

Os projetos arquitetônicos para a alvenaria estrutural se diferenciam em diversos aspectos da forma de projetar para outros sistemas. O arquiteto deve atentar para as diferenciações relativas ao produto final e ao processo construtivo.

A introdução de uma nova tecnologia, que visa reduzir o consumo de mão de obra, no canteiro, inicialmente consome elevada mão-de-obra, e com a repetição de uma

tarefa, o treinamento e a aprendizagem, é que conduzem a um melhor desempenho do processo (HEINECK, 1991).

Deduz-se então, que a implantação de um novo modo de projetar igualmente irá consumir mais tempo de elaboração logo após sua adoção. E igualmente tenderá a diminuir a quantidade de tempo de dedicação através da repetição, para que a mudança de tecnologia construtiva seja compensada.

A repetição no processo produtivo de projeto não significa necessariamente produção de edificações totalmente idênticas, mas representa o projeto de componentes, elementos construtivos e unidades funcionais que possibilitem a execução através de um conjunto de operações repetitivas (SILVA, 1986).

É bom salientar que a prática de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural não introduz mudanças radicais no processo produtivo, sua principal diferença é ser um processo essencialmente interativo.

SABBATINI (1984) ressalta que o emprego de processos construtivos inovadores sem o domínio da tecnologia apropriada e sem a observância de requisitos mínimos de desempenho, conduz de maneira geral, a edifícios com sérios problemas patológicos. Deve-se conhecer como cada serviço deve ser executado, como devem ser seus projetos, para que se possa realmente utilizá-los na produção (BARROS & SABBATINI, 1998).

A capacidade criadora do projetista deverá estar alicerçada no repertório de conhecimentos técnico-científicos apropriados. Para um mesmo problema podem aparecer nenhuma, apenas uma, ou várias soluções.

TAUIL (1996) enfatiza como os aspectos e definições que devem ser pensados em um projeto arquitetônico de alvenaria estrutural os seguintes:

- a) A utilização da alvenaria estrutural deve ser pensada também com a utilização de componentes pré-fabricados ainda no projeto.
- b) A alvenaria estrutural impõe o uso de um projeto adequado, modulação e racionalização.
- c) O projeto deve atentar principalmente para integração de lajes e paredes.
- d) Deve-se pensar previamente nas possibilidades de amarração e travamento e na locação das aberturas (portas e janelas).

### 5.1.2. Perfil do profissional

O profissional envolvido em processos construtivos, entre outros atributos, deve "dominar o material, projetar com segurança e economia, calcular as dimensões e os esforços, elaborar planos e especificações, para dar dignidade ao seu exercício e servir efetivamente ao homem" (GALLEGOS *apud* FRANCO, 1992).

Diante das afirmações anteriores, relativas à visão da alvenaria estrutural como uma inovação tecnológica, convém expor as características desejáveis em um arquiteto que vai conceber projetos em alvenaria estrutural.

Quanto à habilidade, BARRET *apud* GUS (1996), alerta para a existência de uma lacuna entre o nível de habilidade requerido e aquele que os projetistas possuem. A habilidade é vista pelo autor, como o valor do indivíduo para uma determinada tarefa, baseado na combinação de sua autoconfiança e competência para o trabalho, e competência é a base de conhecimento e destreza que o indivíduo possui.

Visto que a manutenção de equipes próprias de projetistas representa investimentos que a maioria das empresas construtoras não podem sustentar, estas empresas normalmente contratam projetistas que sejam qualificados quanto às práticas produtivas da empresa (FABRÍCIO & MELHADO, 1998). A contratação destes profissionais por parte da empresa empreendedora, conforme abordagem feita no capítulo 4, item 4.4.4.3), de modo adequado, também poderá contribuir para o sucesso do empreendimento (FRANCO, 1993).

As empresas procuram profissionais que forneçam em seus projetos, além da caracterização do produto final e o atendimento de exigências burocrática (projetos legais), como e em qual seqüência produzir ou o que controlar durante a produção .

Nestas empresas, a importância da qualificação de projetistas começa a despontar como fator estratégico para o desempenho do processo produtivo e os projetos começam a ser percebidos como investimentos, cujos retornos se darão na maior eficiência da produção e na melhor qualidade dos produtos gerados (FRANCO, 1993).

Somada à qualificação, os projetistas, segundo FARIA (1993), devem envolver-se de forma profunda com os métodos e técnicas construtivas adotadas pela construtora.

DIAS *apud* FRANCO *et al.* (1991) ressalta a importância da escolha dos projetistas, afirmando que na conclusão dos projetos a qualidade da obra já deve estar perfeitamente definida.

O pleno desenvolvimento do potencial da alvenaria como material estrutural exige que se compreenda o funcionamento deste tipo diferenciado de estrutura, abrindo novas possibilidades de aplicação para este processo construtivo (MIKLUCHIN, 1969).

Nos processos em alvenaria estrutural a integração entre as funções estrutura e vedação deve ser íntima e acompanhar todo o desenvolvimento do projeto (FRANCO, 1993). Esta abordagem será feita a seguir, onde lista-se as noções do comportamento estrutural das alvenarias, que o arquiteto deve possuir.

## 5.2. Conceitos fundamentais para elaboração dos projetos arquitetônicos

### 5.2.1 Racionalização

A maioria das definições de racionalização, esclarece que esta prática, tem como objetivos a diminuição de desperdícios e aproveitamento ótimo dos recursos disponíveis.

Para TAIGY *apud* SCARDOELLI (1995), racionalização consiste em substituir o empirismo das práticas convencionais por técnicas fundamentadas na ciência aplicada.

Segundo FARAH (1992) a idéia de racionalização surgiu do "*taylorismo*" que constituiu-se historicamente na primeira proposta sistemática de aumento da produtividade. Para a autora a busca da racionalização por parte de empresas do setor, passa pela produção de materiais e componentes em centrais de produção ou fora do canteiro, pelo planejamento detalhado das atividades visando a redução de variabilidade e imprevistos, e o domínio do processo de trabalho.

ROSSO *apud* FRANCO (1993) alerta que as ações de racionalização "são fadadas ao insucesso" quando resultam de intervenções isoladas.

A racionalização construtiva é determinada pela combinação de operações resultantes e depende dos tipos de materiais e componentes definidos na concepção do produto. O grau de racionalização de uma tecnologia é maior quanto menor for a incidência de operações de ajuste e transporte em menores quantidades de tempo, e quanto maior for a predominância de operações de associações e montagens (SILVA, 1991).

A racionalização da produção de uma edificação passa pela racionalização dos projetos. Segundo SILVA (1991), esta é uma condição para que o "potencial de racionalização" do sistema adotado seja aproveitado em sua íntegra, visto que o planejamento e as decisões tomadas à concepção de projeto de um produto é que determinam sua racionalização.

FRANCO (1993), enfatiza que a decisão pela implementação da racionalização nos projetos, deve englobar mudanças de postura na resolução dos problemas por parte das pessoas envolvidas e pode estar associada a um maior desembolso inicial na produção

Uma das maneiras para racionalizar a etapa de projetos é a padronização de projetos, porém esta padronização não pode ser confundida como a elaboração de projetos com tipologia padrão a serem repetidos indiscriminadamente, este tipo de padronização conduz a tipologias de projetos semelhantes que desagradam muitos clientes.

A padronização coerente para projetos arquitetônicos, é o uso de elementos ou soluções arquitetônicas na qual o uso foi favoravelmente consolidado, e pode ser repetido para facilitar a produção do projeto e também da execução. (Ver Cap. 4, item 4.4.4.).

Portanto devido a uma série de fatores cada edificação/produto é realizada segundo um projeto singular, normalmente não homogêneo, não seriado, correspondendo a um módulo único, não inteiramente reproduzível, em contraste com a homogeneidade e repetição dos produtos da indústria de transformação (OLIVEIRA, 1993).

FRANCO (1993) afirma que nas edificações em alvenaria estrutural, devido a suas vantagens e simplicidade, encontra-se um vasto campo para trabalhar no sentido do aumento da racionalização, nível de industrialização, produtividade e qualidade. O autor cita as características deste sistema, que levam à racionalização:

- maior simplicidade do processo, eliminando vários problemas de interface entre os subsistemas;
- maior potencial para implantação da coordenação modular;
- melhor definição dos detalhes construtivos, bem como das técnicas de execução na fase de projeto, proporcionado por uma sistemática de projeto que o torna mais confiável;
- maior precisão geral na execução da obra;
- melhor definição da seqüência de técnicas para a execução dos subsistemas e diminuição da incerteza quanto ao planejamento de cada atividade;
- melhor controle das atividades executadas, pois com uma maior definição na etapa de concepção, passa a ser possível ou mais efetiva a existência de um controle de execução.

Estas características prestam-se à incorporação ao planejamento da execução, da realização da obra com a mesma seqüência construtiva e da redução do número de operações construtivas.

Em relação à obtenção de racionalização de projetos em alvenaria estrutural, FRANCO (1993) recomenda os seguintes procedimentos:

1. Buscar uma intensa integração entre os vários subsistemas, como: estrutura; arquitetura; instalações, pois é preciso que cada projeto realmente os demais, distintamente com o que ocorre com os processos construtivos que utilizam estruturas reticuladas. Esta prática permite atenuar ou contornar as restrições às aplicações destes métodos construtivos, explorando melhor seu potencial.
2. Especificar “componentes de uma mesma família de blocos”, e para os demais componentes optar por elementos simples, igualmente padronizados e coordenados dimensionalmente.
3. Projetar componentes, elementos construtivos e unidades funcionais que possibilitem a execução através de um conjunto de operações repetitivas.
4. Utilizar a espessura de 15 cm nas paredes, que vem se tornando uma prática generalizada no país. Esta espessura, vem sendo empregada nas paredes externas mesmo de edifícios considerados de padrão elevado.

### 5.2.2. Construtibilidade

A Construtibilidade é entendida como a habilidade das condições de projeto de permitir a ótima utilização dos recursos da construção (O'CONNOR e TUCKER (1986) *apud* OLIVEIRA (1993).

O conceito: pode ser visto em termos práticos como uma forma de reduzir a complexidade técnica e gerencial existentes nos processos produtivos da construção civil, devido às suas características intrínsecas (OLIVEIRA 1995).

O "Construction Industry Institute of Austin" (CII, 1987) *apud* OLIVEIRA (1993), define construtibilidade como "o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento, para se conseguirem os maiores benefícios com a redução do custo dos empreendimentos.

SABBATINI (1989) afirma que a aplicação da construtibilidade à fase de projeto, constitui-se em uma ação voltada para o aperfeiçoamento da habilidade que o projeto tem em ser construído, ou seja, auxilia na viabilidade executiva do projeto, simplificando a execução e reduzindo custos.

Assim como a racionalização, este é um princípio que pode ser considerado na concepção do projeto, bem como no planejamento da execução. Além disto, estes dois princípios são convergentes. Segundo OLIVEIRA (1993), a construtibilidade fundamenta a grande parte das medidas de racionalização do processo construtivo. GRIFFITH (*apud* FRANCO, 1993), considera a racionalização na fase de projeto como um dos aspectos da construtibilidade.

A construtibilidade aplicada a projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural, se reflete no canteiro, através da menor ou maior facilidade de executar a parede na sua totalidade (SILVA, 1986), devendo facilitar também as outras atividades da obra.

Em síntese, a construtibilidade auxilia o projetista expressar no projeto, a sua experiência e compreensão básica sobre materiais e processos, conferindo transparência ao processo construtivo. E também possibilita que os agentes responsáveis pelo planejamento da obra, possam a partir de um projeto com boa construtibilidade medir até que ponto o projeto do produto pode ser prontamente executado com os recursos

disponíveis. Apesar de ser fundamental para os clientes internos muitas vezes esta propriedade passa despercebida pelos arquitetos.

OLIVEIRA (1993) afirma que a simples reflexão do projetista sobre a forma como as atividades projetadas serão executadas, irá representar um autocontrole da qualidade que repercutirá na melhoria de seu projeto. Porém o projetista também deve estar alerta ao desempenho da solução adotada, pois não adianta construir a um menor custo sacrificando o desempenho do produto.

### 5.2.3. Modulação

O módulo na arquitetura é uma unidade de medida convencional adotada para estabelecer dimensões, proporções (na fase de concepção) e ordenar a construção de um determinado organismo arquitetônico. Qualquer que seja o seu valor, ele é adotado como unitário (ACRÓPOLE, 1968).

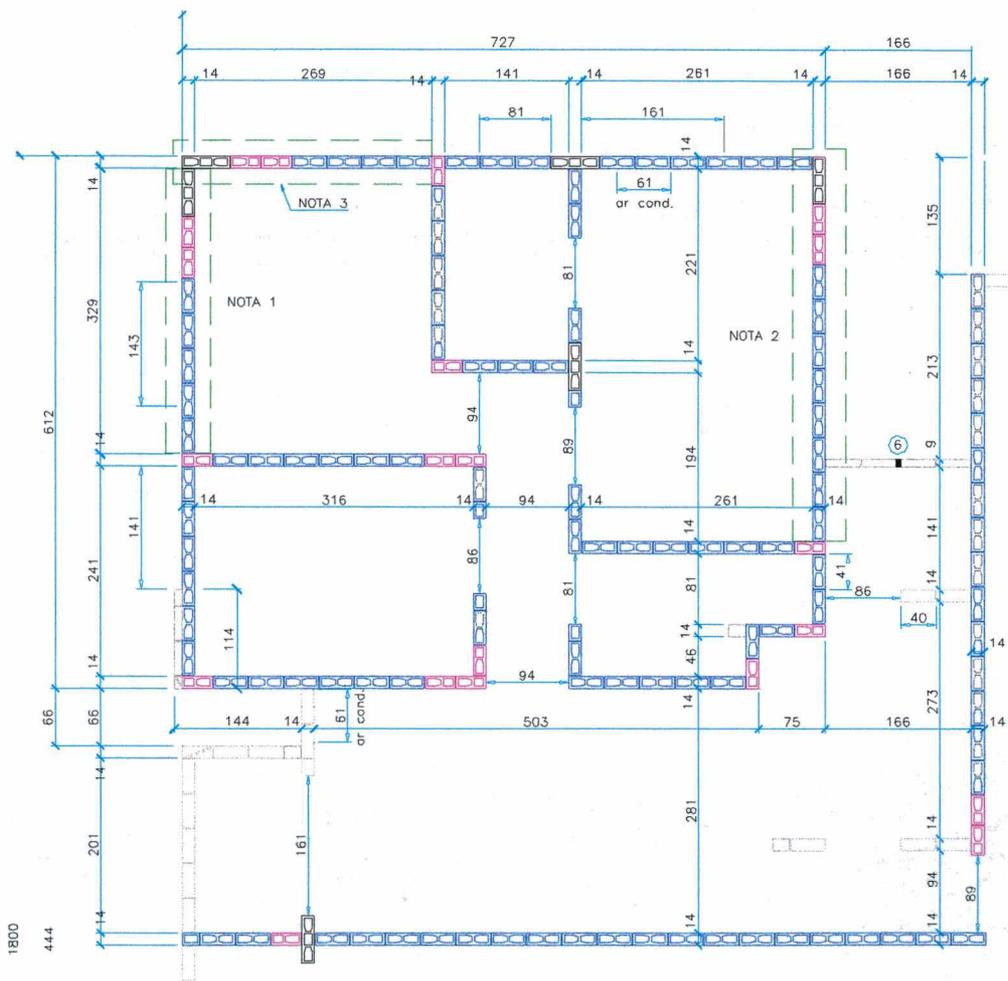
A utilização de módulos na arquitetura há muito é estimulada. Como unidade de medida remonta desde a antiguidade para a função estética (ACRÓPOLE, 1968). Seu uso atualmente, apresenta também outras finalidades; como técnicas, utilitárias e construtivas.

Em alvenaria estrutural, a coordenação modular é um sistema de referência baseado no componente bloco, que compõe todas paredes estruturais. A partir das dimensões modulares deste componente, pode-se criar todo um sistema de coordenação dimensional que parte do projeto arquitetônico. As dimensões serão então definidas em múltiplos dos módulos horizontais e verticais, ficando assim todas as medidas coordenadas plani e altimetricamente, como mostra a figura 5.2. a seguir.

A altura dos componentes deve guardar uma coerência dimensional com o processo como um todo, e com todas as dimensões dos elementos da escala industrial. A escolha da altura do bloco, deve ser em função da compatibilidade com outros componentes como a dimensão e a locação de aberturas, intersecções, ou atendimento de requisitos legais como dimensão do pé direito dos edifícios, com respeito aos respectivos processos de fabricação e transporte. No mercado nacional a altura de bloco, comumente mais encontrado é a de 19cm.

A planta de elevação, que apresenta as paredes em vista, tem sido denominada por engenheiros e arquitetos de paginação, ilustrada na figura 5.3..

Os elementos estruturais devem se coordenar com a malha utilizada para as alvenarias. Assim, vigas, lajes e elementos como vergas e contra-vergas pré-moldadas, elementos de escada pré-moldadas, devem guardar coerência dimensional com a modulação ou seja, estes elementos ou subsistemas deverão ser constituídos de múltiplos ou submúltiplos dessas medidas, respeitadas as devidas tolerâncias para cada situação.

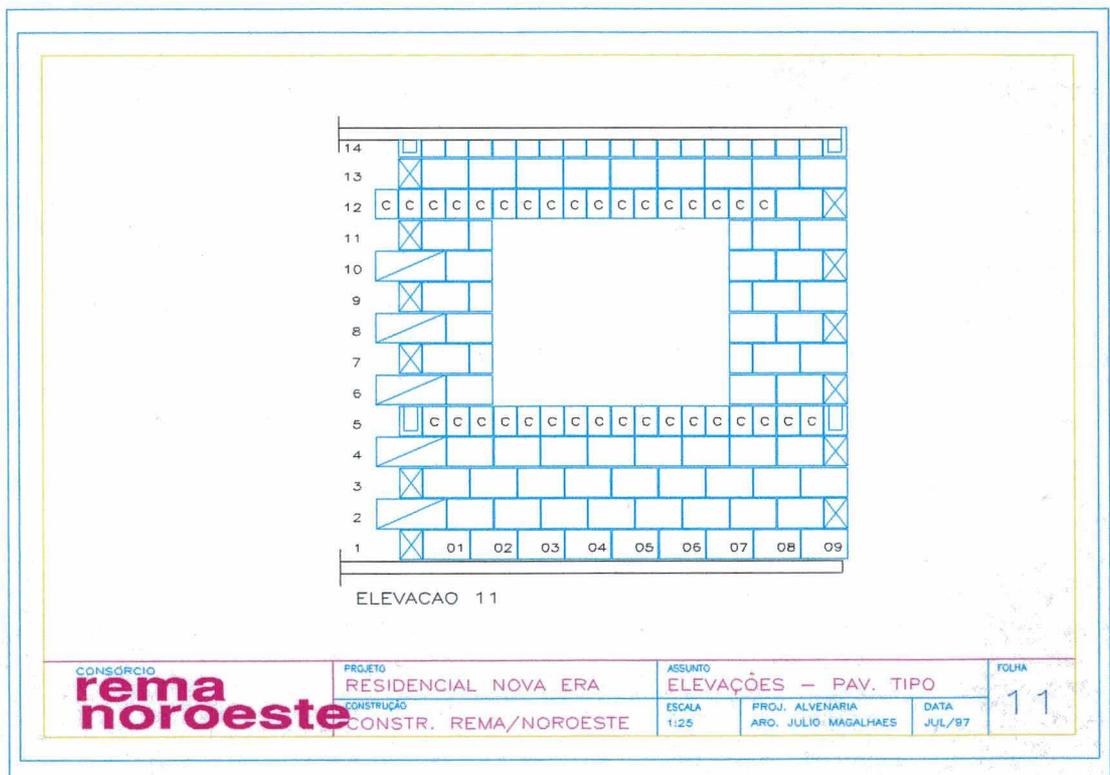


legenda:

- bloco estrutural 39 x 19 x 14
- meio bloco estrutural 39 x 19 x 14
- bloco de vedação 39 x 19 x 14
- bloco e meio estrutural 54x 19 x 14
- bloco estrutural 34x 19 x 14

**Figura 5.2.** - Exemplo de modulação de 20cm.

A representação dos componentes da alvenaria estrutural devem ser claras, sendo que não existem normas para estas graficações. A figura 5.3. mostra uma elevação onde "c" é utilizado para salientar a posição dos blocos canaleta, a numeração horizontal identifica a quantidade de blocos na 1ª fiada, e os números na horizontal dizem respeito a quantidade de fiadas que compõem o pé direito da edificação. Este arquiteto, relaciona o número da elevação com o número da prancha para facilitar o manuseio na obra.



**Figura 5.3.** - Exemplo de paginação com módulo de 20cm.

O sistema modular proposto por FRANCO *et al.* (1991), utiliza o módulo de 20 cm, então a dimensão padrão das portas na altura é de 210 cm. O vão modular para o encaixe das portas na altura é de 221 cm (11 módulos + uma junta). O ajuste modular entre essa duas medidas é feito mediante o emprego de peças especiais, que perfazem o espaço necessário na altura e tem o tamanho no sentido do vão horizontal, variável

conforme a largura da porta. Cabe ressaltar a importância da escolha desta dimensão variável, que deve prever as espessuras dos revestimentos de pisos empregados e as folgas necessárias.

Além da consideração das dimensões dos componentes, para o dimensionamento dos compartimentos, o projetista deve levar em conta o processo construtivo, principalmente no sistema de amarrações padrão, para atender requisitos de ordem estrutural, sem comprometer a produtividade na execução da alvenaria, nem tornar complexo o desenvolvimento dos projetos.

Deve-se considerar que a obediência de todos subsistemas à modulação leva a necessidade de se trabalhar com uma precisão acima da comumente utilizada nos edifícios convencionais. Se por um lado isto pode parecer desvantagem; por outro, os pequenos custos e esforços adicionais decorrentes deste aumento da precisão são amplamente compensados pela diminuição dos desperdícios provocados pelas improvisações.

ROSSO (1996) acrescenta como vantagem desta precisão a geração do fornecimento de insumos mais racionalizado, pois se recebe menos material a granel e um número maior de materiais paletizados e com especificações mais rígidas, o construtor consegue desenvolver um sistema de controle mais eficaz

A malha modular, ou módulo segundo (OLIVEIRA, 1993) é o resultado da coordenação modular, expressa pelo reticulado espacial que serve como unidade de medida para o desenvolvimento do projeto

Entre as vantagens da adoção da coordenação modular, FRANCO *et al.* (1991) destacam:

- aumento de precisão da produção;
- redução de perdas
- diminuição da variedade e número de peças complementares produzidas e empregadas, facilitando a padronização e a produção em série
- introdução de procedimentos padronizados, que agiliza a execução;
- facilidade no controle da produção
- redução de peças especiais, evitando cortes, quebras de componentes, enchimentos e improvisação na execução, e ajustes no canteiro;
- abre caminho para importantes medidas de racionalização, como a utilização de formas modulares para execução das lajes.

- utilização de uma sistemática de projeto baseada em regras definidas. Isto é, além de facilitar a elaboração do próprio projeto, permite a utilização de um pequeno número de detalhes;
- facilidade da mão de obra em assimilar estes detalhes.

O projeto modulado permite a adoção de uma verdadeira linha de montagem, onde as funções são bem definidas e a quantidade de materiais rigorosamente calculada, concorrendo para o aumento da qualidade na execução dos serviços (AREMAC, 1996).

FRANCO *et al.*(1991), recomendam que exista uma relação de compromisso entre as dimensões dos componentes e seu peso, de forma que se utilize o menor número de componentes possíveis por metro quadrado da alvenaria, e ao mesmo tempo possua um peso que propicie a manutenção das atividades do operário sem que o mesmo chegue à exaustão, o que diminuiria a produtividade do serviço padronizados, racionalizando a própria tarefa de execução do projeto;

Apesar de todas vantagens da modulação, GRIMM (1997), afirma que alguns arquitetos rejeitam a aceitar a disciplina de alvenaria modular, porque esta não expressa seu modo de pensar o desenho. A modulação deve ser encarada como uma ferramenta de auxílio e não uma camisa de força.

Ela funciona como uma diretriz na composição e dimensionamento de compartimentos, não como geradora de formas ortogonais. É possível a criação de formas curvas e paredes chanfradas, mediante um profundo estudo da relação custo benefício das mesmas por parte do arquiteto em conjunto com o empreendedor e demais projetistas.

Outro equívoco freqüente cometido pelos arquitetos, é interpretar a modulação como único diferencial entre projeto arquitetônico para alvenaria estrutural e para o sistema construtivo convencional. A simples modulação de um projeto arquitetônico com as medidas dos componentes do sistema, não conferem ao projeto conteúdo suficiente para ser considerado um projeto completo para alvenaria estrutural

#### 5.2.4. Normatização

A normatização no Brasil ainda está muito dirigida a especificações sobre materiais e componentes, e pouco sobre processo de produção. Não existe por exemplo uma norma específica para a concepção de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural, e as normas relativas a projetos são as apresentadas na figura 5.4..

LUCINI(1996) afirma que existe o interesse por parte da oferta e da demanda no desenvolvimento de normas técnicas que absorvam rapidamente os avanços tecnológicos alcançados para que estes possam ser assimilados no mercado e nos processos produtivos, e por sua vez gerem novos processos de qualificação e lucratividade dos investimentos em tecnologias

Como exemplo de norma específica para o uso da alvenaria, pode-se citar o BS 5628/1985. Este código apresenta recomendações para projetos de alvenaria construída em tijolo, bloco, pedras naturais para decoração. Apresenta conceitos relativos a tipos de cimento e argamassa a serem utilizados, base de cálculos, estabilidade, carregamentos, excentricidade, tipos de paredes. Além disto, é ilustrada com uma série de detalhes que podem auxiliar os arquitetos a solucionar questões relativas por exemplo a coberturas, chaminés, juntas de dilatação, e outros.

Subsistema relacionado	Número	Título
Elevadores	NBR 5665	Cálculo de tráfego nos elevadores
Iluminação	NBR 5413	Iluminância de interiores
Impermeabilização	NBR 12190	Seleção da impermeabilização
	NBR 9575	Elaboração de projetos de impermeabilização
Instalações	NBR 024	Instalações hidráulicas prediais contra incêndio sob comando
	NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão
	NBR 5626	Instalações prediais de água fria
	NBR 7198	Instalações prediais de água quente
	NBR 8160	Instalações prediais de esgotos sanitários
Segurança	NBR 5419	Projeto de edificações contra descargas elétricas atmosféricas
	NBR 9077	Saídas de emergência em edifícios
Telhados	NBR 8039	Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas
Vidros	NBR 7199	Projeto, execução e aplicações - vidro na construção
Arquitetura	NBR 6492	Representação de projetos de arquitetura
	P 02: 002.42-002	Elaboração de projetos de edificações - arquitetura
	P 02: 002.42-001	Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas

Figura 5.4. - As normas que se relacionam a projetos arquitetônicos - Fonte SOUZA *et al.* (1994)

### 5.3. Condicionantes dos projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural

Muitas recomendações podem ser dadas à concepção de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural, porém certos cuidados, informações advindas do cliente, dados relativos a legislação (códigos de obras, planos diretores e mais recentemente código de defesa do consumidor), noções de impacto urbano, e algumas condicionantes são inerentes aos projetos, independentes do sistema construtivo em questão.

FRANCO (1993) cita os princípios e condicionantes que devem ser considerados na elaboração de projetos:

- otimização das atividades como um todo;
- observação da cultura da empresa
- uso de soluções construtivas de acordo com os recursos disponíveis na empresa;
- adoção de soluções de acordo com o nível de treinamento dos operários.

Os condicionantes são contextuais, dizem respeito às circunstâncias pré-existentes. Podem ser físicos, como a caracterização do sítio, localização, etc. ou institucionais, como às exigências do programa, a legislação aplicável, aos imperativos de ordem sócio-cultural, e tecnológicos.

As etapas de concepção de um projeto requerem a perfeita identificação do mercado que se pretende atingir, assim como a definição das características pertinentes ao produto em termos de dimensões, estilo e local (FREITAS, OLIVEIRA & HEINECK, 1997).

A partir dos condicionantes o arquiteto deverá utilizar seus critérios de projeto, que traduzem soluções perante o problema a ser resolvido. SILVA (1983), enfatiza que, estes critérios nem sempre se apresentam de forma explícita. A busca de uma fundamentação teórica e metodológica para a atividade projetual conduzirá inevitavelmente à explicação dos critérios adotados.

Entre os cuidados que o arquiteto deve ter ao lançar um projeto, está a preocupação com a diversidade do uso da edificação. A diversificação de uso das edificações é uma tendência forte em nossos dias devido a rapidez com que as transformações sócio-culturais acontecem. Novos hábitos e atividades são incluídos em nosso cotidiano, bem como a percepção dos ambientes. As formas mudam quando

mudam as funções, e as funções novas não podem ser expressas através de formas obsoletas. Por esta razão, o arquiteto deve estar atento ao ciclo de vida da edificação.

A análise integral e consistente de segurança contra incêndio em edifícios também deve formar parte do processo de elaboração do projeto arquitetônico. Todos os membros da equipe de projeto devem incluir em seus campos de atuação específicos a consideração das condições de emergência que os incêndios podem criar. Permitindo-lhes projetar cada edifício com suas particularidades características, de modo mais seguro e econômico (SIMÕES, 1996).

Todas estas condicionantes representam as demandas que o projetista deve atender, as quais algumas vezes são conflitantes, e que necessitam ser balanceadas e consideradas no desenvolvimento do projeto. O processo de construção é apenas uma delas (GRAY, 1987).

Para que uma obra seja significativa, não basta estar em pé, é preciso que além de uma tecnologia avançada possua também uma ideologia avançada (MUNFORD, 1986).

### *5.3.1. Condicionantes estruturais*

FRANCO (1993) afirma que, as condicionantes impostas pelo sistema estrutural, influenciam fortemente a definição do partido arquitetônico, mas a medida que as pesquisas estão se desenvolvendo, no mundo todo, estes condicionantes estão tendendo a ser menos restritivos, e conseqüentemente proporcionando uma maior diversificação do uso das alvenarias.

É a partir do conhecimento do comportamento estrutural da alvenarias, que o arquiteto deve iniciar seus projetos, pois sem este conhecimento o projeto pode até mesmo inviabilizar a construção da edificação neste sistema construtivo. Por outro lado, se o projetista tem este conhecimento incorporado ao seu repertório ele pode dar uma maior expressividade à sua obra. A importância da expressividade já citada, na obra de Dieste, pode ser também observada em diversos autores.

O auge da expressão se obtém quando o produto final consegue efeitos expressivos, obtidos em parte pela absorção e maestria de elementos de engenharia resultando em uma estrutura pura (MUNFORD, 1986).

Segundo CURTIN *et al.* (1984), elementos que normalmente são componentes da estrutura podem ser explorados na obtenção de uma maior beleza estética, elementos como pilares em alvenarias, vergas, contrafortes, arcos.

Partindo-se da afirmação acima, a seguir estes elementos, que compõem a alvenaria e estrutura de alvenaria são classificados e comentados.

### 5.3.2. Elementos das alvenarias

As estruturas de concreto têm praticamente uma única função que é a estabilidade estrutural, mas as alvenarias estruturais desempenham outras funções tais como vedação, estética, isolamento térmico e acústico, e a proteção ao fogo (CURTIN *et al.*, 1984).

Estruturalmente a alvenaria é altamente resistente a forças de compressão, enquanto apresenta baixas resistências à tração, cisalhamento e torção, a não ser que seja reforçada (MIKLUCHIN, 1969).

O sistema alvenaria estrutural é composto pelos seguintes elementos hierarquicamente apontados por MIKLUCHIN (1969):

1. Unidade de alvenaria - é o componente básico unitário manufaturado com dimensões fixas, usado para construção de edificações e estruturas (ver item 5.5.1.) .
2. Alvenaria - é um material de construção especial, seja estrutural ou arquitetônico, no qual consiste de unidades de alvenaria e cimento assentados juntos em um todo contínuo. Alvenaria é essencialmente o resultado de uma unidade estendida, de acordo com um certo método em uma dada direção tridimensional de espaço.
3. Componente de alvenaria - é uma porção da estrutura de alvenaria erguida no canteiro ou manufaturada em fábrica.
4. Estrutura de alvenaria - é um sistema espacial tridimensional constituído de elementos complexos de alvenaria.

Para este mesmo autor o conhecimento sobre os elementos da alvenaria deveria estar inerente ao conceito do projeto, ser fundamentada em estudos detalhados de todas as características intrínsecas dos materiais, e ser concebida e rascunhada nos estágios preliminares, para que o arquiteto possa comunicar a mensagem pretendida pela sua obra.

Na afirmação acima, o autor exagera ao afirmar que o projetista deve conhecer todas características dos materiais. O arquiteto deve ter noções a respeito de certas propriedades geométricas, mecânicas e estéticas dos componentes da alvenaria estrutural, e suas uniões, para utilizá-los de maneira otimizada, ou seja que a edificação resultante seja eficiente visual e estruturalmente. A partir deste repertório poderá até criar novos arranjos e padrões destas unidades.

#### 5.3.2.1. Paredes

As paredes são definidas por OLIVEIRA JÚNIOR (1992) como sendo um elemento laminar vertical, apoiado de modo contínuo em toda sua base, com comprimento maior - que cinco vezes sua espessura.

As paredes preenchem duas importantes funções: carregamento de cargas e definição de espaço. Na organização do espaço projetado, as paredes principais são denominadas paredes estruturais ou de carga, responsável por levar a carga do edifício à fundação. Estas paredes não poderão ser removidas ou sofrer rasgos na sua superfície (ABCI,1990).

A vedação vertical pode ser entendida como sendo um subsistema do edifício constituído por elementos que compartimentam e definem os ambientes internos, controlando a ação de elementos indesejados. A importância das vedações vai muito além do que seu custo representa no custo total do edifício, pois, segundo (PINI,1998) estas:

- determinam as diretrizes para o planejamento e programação da execução por estarem no caminho crítico da obra;
- determinam o potencial de racionalização da produção, na medida que interferem com as instalações elétricas e hidro-sanitárias, com as esquadrias e com os revestimentos;
- determinam grande parte do desempenho do edifício como um todo, por serem responsáveis pelos aspectos relativos à habitabilidade (conforto, higiene, saúde).

As paredes de vedação em alvenaria estrutural, são as paredes que no projeto, não são consideradas com finalidade de suporte de ações verticais, além do peso próprio (OLIVEIRA JÚNIOR, 1992). Como tal podem ser até serem removidas ou alteradas

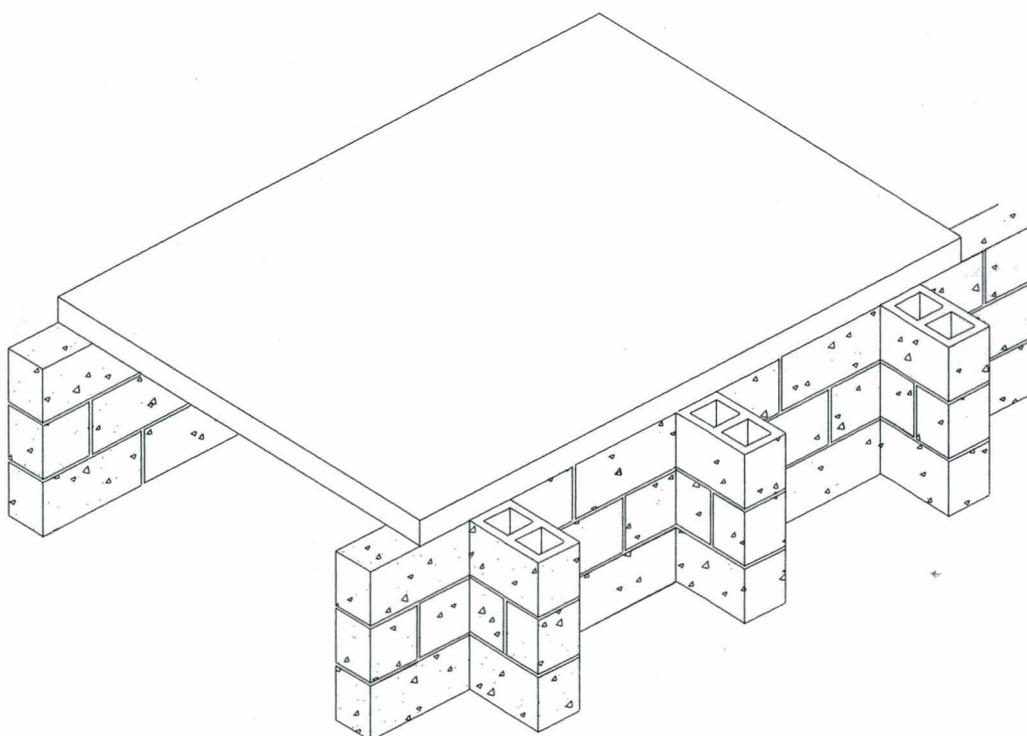
durante o uso, sem prejuízo à estabilidade global da edificação. Estas paredes podem ser executadas com ou sem aberturas ("paredes cegas").

As paredes que resistem a esforços dividem-se em estruturais, paredes de contraventamento e paredes enrijecedoras. Paredes estruturais são todas aquelas que suportam outras cargas além do peso próprio.

As paredes de contraventamento (*shear-walls*) são aquelas que resistem a ação de corpos horizontais ao seu plano e geralmente provenientes da ação do vento. Estas paredes apresentam freqüentemente aberturas devido à presença de portas e janelas, o que torna mais complexo o seu comportamento estrutural.

A parede enrijecedora, ou contraforte tem como principal função evitar a flambagem das paredes portantes e das paredes de contraventamento. A parede enrijecedora deve ter o comprimento mínimo de 1/5 de sua altura (MONSÚ, 1981).

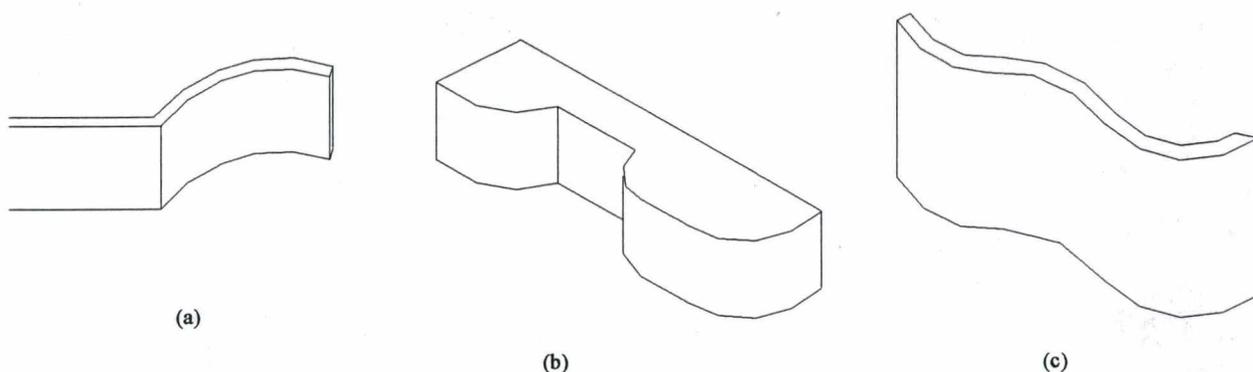
Ao projetar é importante que o arquiteto visualize a organização dos elementos estruturais, em função das espessuras das paredes e dos pés-direitos, para que opte ou não por paredes nervuradas. Estes elementos que funcionam como nervuras, projetadas como pilastras que atuam como enrijecedores das superfícies planas, além de criarem maior resistência a esforços de flexão das paredes podem ainda dar à edificação riqueza estética (ABCI, 1990), como mostra a figura 5.5.



**Figura 5.5.** - Exemplos de paredes enrijecedoras (adaptada de ABCI, 1990)

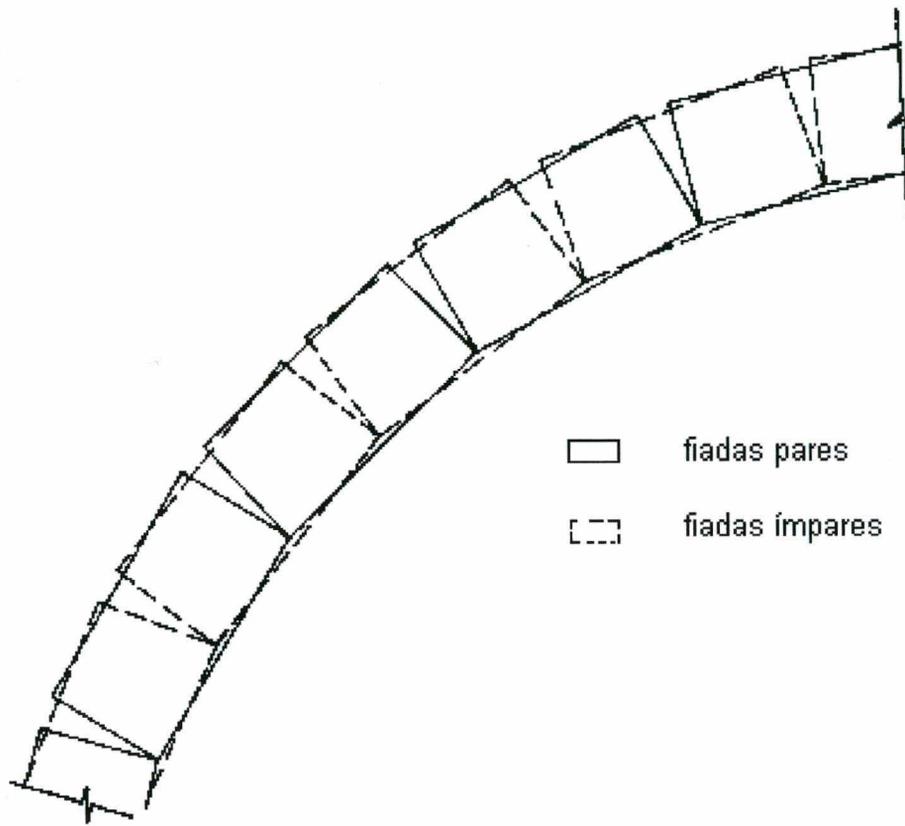
Outros elementos que aumentam o momento de inércia das paredes são as curvas, pois estas aumentam a resistência à carga lateral quando comparadas com paredes planas.

As paredes curvas tem um custo mais alto que as planas, mas não são necessariamente mais caras que as paredes curvas executadas em concreto. Curvas conferem grande resistência à ação do vento e tem um grande apelo estético, exemplificado pela figura 5.6.. Como é comum em outros materiais e formas, a escolha é um compromisso de custo, estética e eficiência.

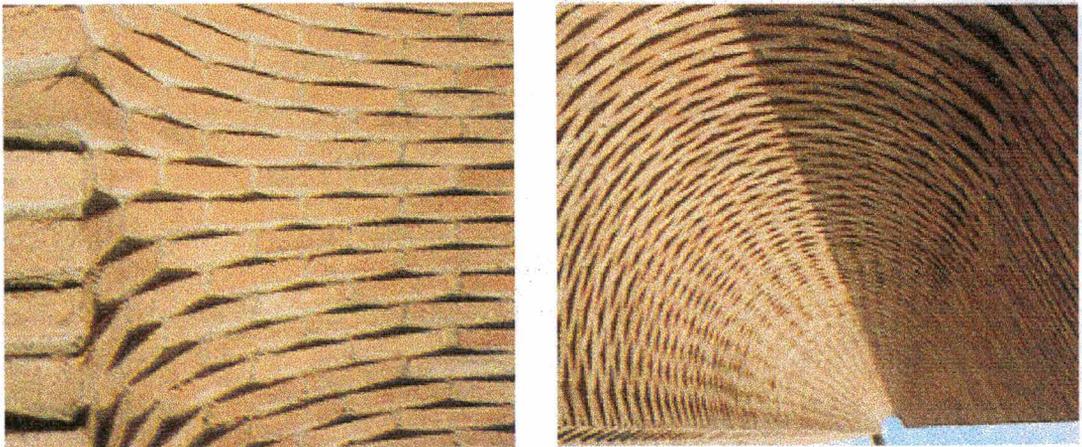


**Figura 5.6.** - (a) Paredes côncavas, (b) Paredes convexas nas entradas de edifícios e esquinas, (c) Parede serpentina (CURTIN *et al.*,1984).

As paredes curvas devem ser representadas graficamente por segmentos de retas, no caso os blocos, que ficarão com as arestas da face interna tanto menos afastadas que as arestas da face externa, como mostra a figura 5.7..



**Figura 5.7.** - Exemplo de desenho de parede curva com blocos (ABCI, 1990).

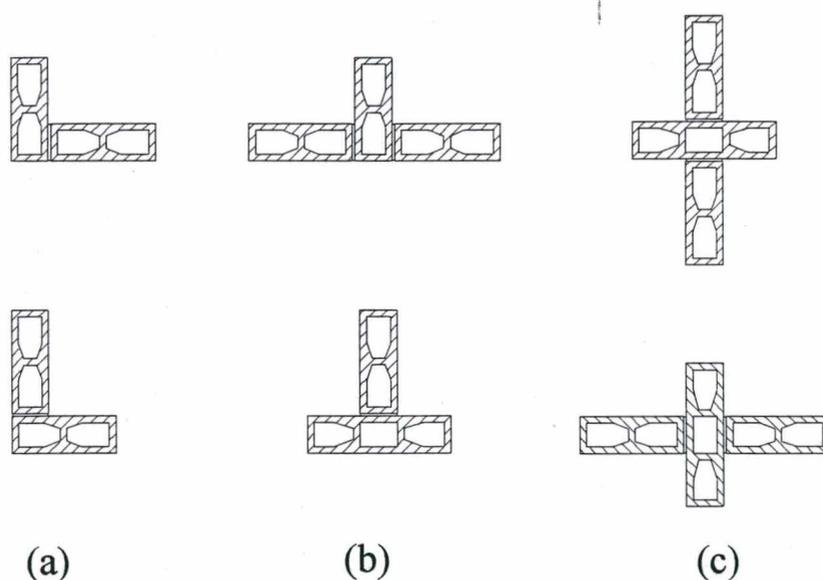


**Figura 5.8.** - Exemplo de parede curva com tijolos (ALCOCELLA, 1989).

### Amarração das paredes

Em alvenaria estrutural a forma como as paredes se interseccionam resulta em uma maior ou menor estabilidade do conjunto. A geometria determina a resistência do conjunto. Por isso se faz necessário o detalhamento destas intersecções, como os exemplos da figura 5.9..

Estudos mediante modelagem por elementos finitos demonstram a grande influência das amarrações entre as paredes estruturais na distribuições das tensões, o que consiste num dos mecanismos essenciais do seu desempenho estrutural, tanto da capacidade resistente individual dos painéis, como do conjunto da edificação (FRANCO, 1993).

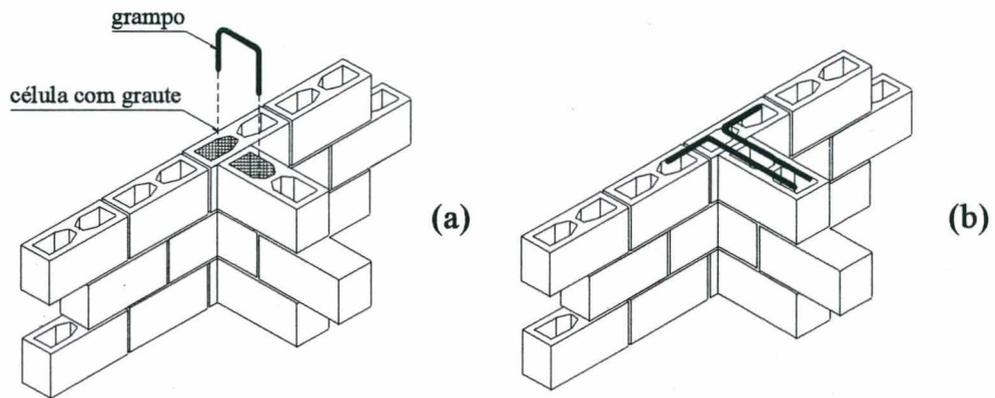


**Figura 5.9.** - Amarrações padronizadas; disposição dos componentes na primeira e segunda fiadas: (a) amarração em "L"; (b) amarração em "T"; (c) amarração em "X" (FRANCO *et al.*, 1991).

Quando não existe a possibilidade de se realizar a amarração, através da simples interposição dos blocos, outras medidas com esta finalidade podem ser tomadas. Algumas destas possibilidades como a colocação de reforços metálicos, seguidos ou não de grauteamento (no caso de componentes vazados), estão representados na figura 5.10..

Estes procedimentos mostram-se prejudiciais à ordenação do trabalho em campo, pois para sua execução interrompe-se o assentamento da alvenaria. Além disso a

confiabilidade no funcionamento destas soluções fica diretamente dependente da maneira como o detalhe foi executado. (MIKLUCHIN 1969)

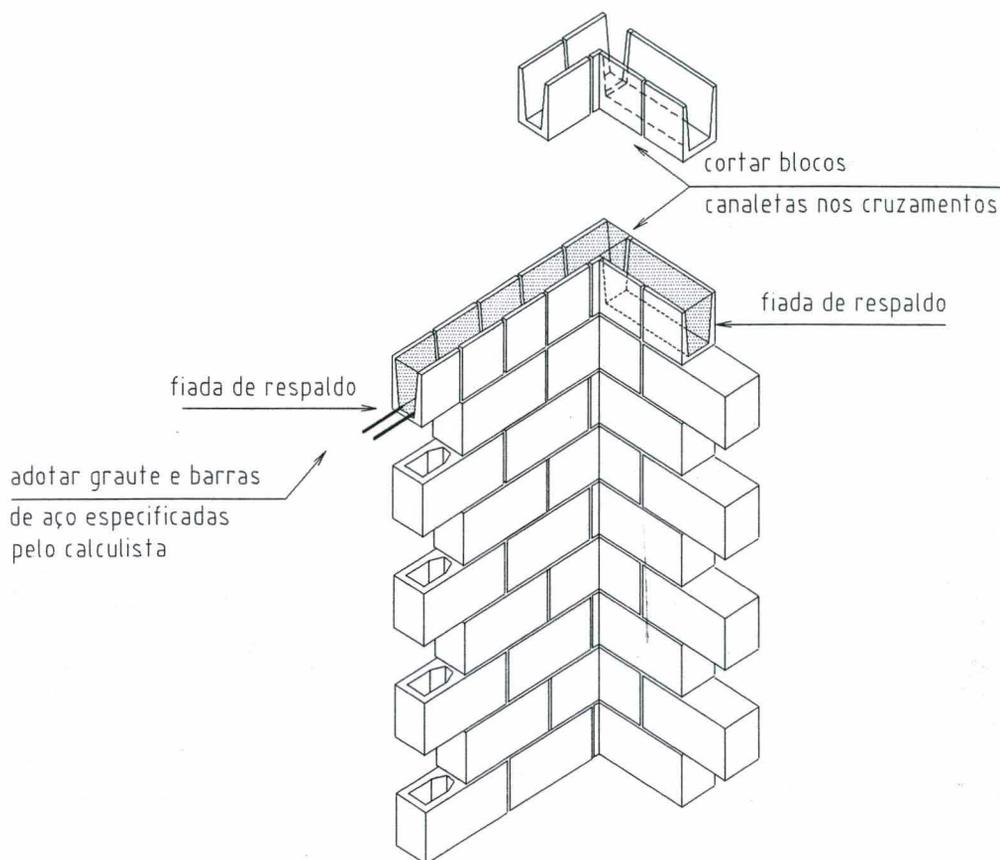


**Figura 5.10.** - Detalhe de amarração: (a) Detalhe de amarração entre paredes estruturais não contrafiadas; (b) Detalhe de amarração entre paredes estruturais e de vedação (ROMAN, MUTTI & ARAÚJO, 1997)

### Respaldo

O respaldo é a última fiada de blocos ou tijolos da parede. No caso de alvenaria de vedação deve-se tomar cuidados especiais nesta interface da laje com a parede para que esta alvenaria não funcione como parede estrutural. Pode-se utilizar alvenaria de vedação com encunhamento ou enchimento de argamassa 1:2:12.

No caso de alvenarias estruturais, o respaldo receberá a laje, devendo ser utilizados blocos especiais para a colocação da ferragem e efetivar a amarração do conjunto. Por isto deverá ser bem representado graficamente, como o exemplo da figura 5.11..



**Figura 5.11.** - Detalhe do respaldo ((ABCI,1990), (ROMAN, MUTTI & ARAÚJO, 1997), (LANNA, 1997))

### Vergas e contra-vergas

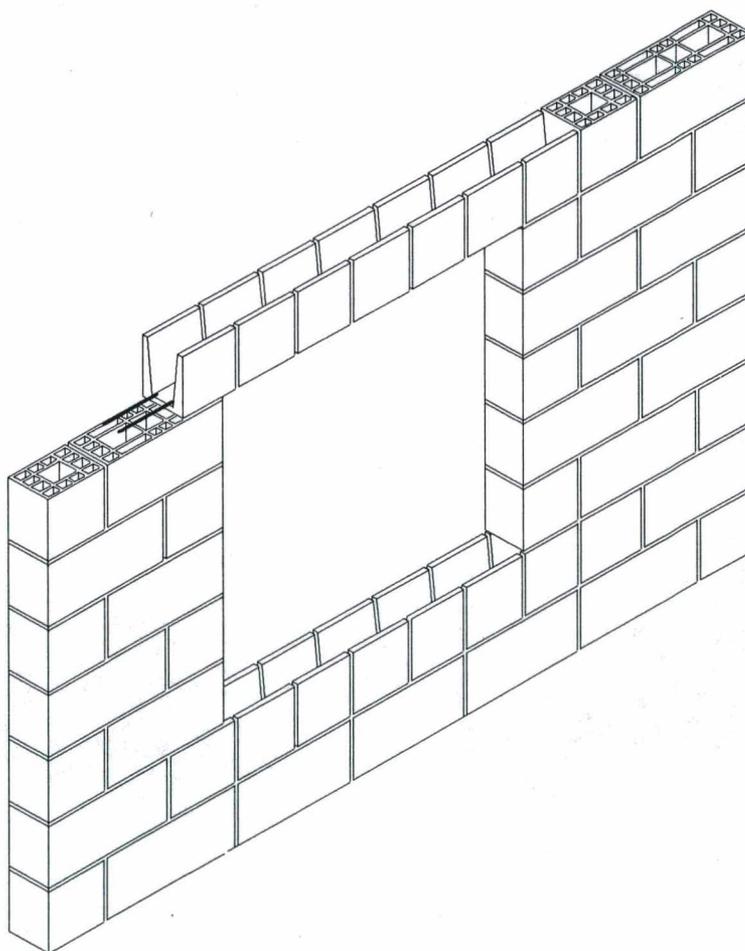
A ocorrência de aberturas nos painéis de alvenaria estrutural como portas e janelas, criam regiões de acúmulo de tensões localizadas normalmente, junto ao canto destas aberturas. Estas tensões, quando associadas às demais tensões de trabalho da parede, podem resultar no aparecimento de fissuras. Esta é uma patologia que muito comumente pode ser observada nos edifícios (mesmo nos edifícios convencionais).

A solução construtiva para se evitar este problema, é a colocação de um reforço junto às aberturas. No caso de janelas estes reforços são as vergas e contra-vergas, as primeiras colocadas sobre o vão e as últimas em sua parte inferior.

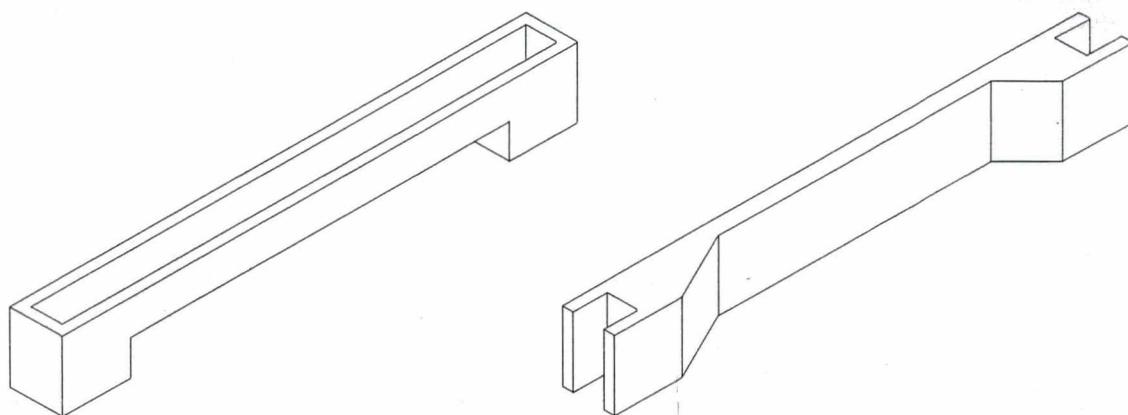
Estes componentes podem ser vigotas de concreto moldados no canteiro, podem ser pré-fabricados em diversas dimensões por fábricas especializadas (ver figura 5.13.) e podem ser executadas com os próprios blocos.

As duas primeiras opções apresentam como desvantagem apresentar um grande peso, devido aos vãos relativamente grandes que as janelas podem apresentar, e a introdução de componentes estranhos à família de blocos utilizada, gerando uma quebra na seqüência produtiva e na conseqüente racionalização da execução.

A utilização de blocos canaleta com armadura e grauteamento, tem se mostrado a alternativa mais adequada em termos de manuseio, facilidade e coerência construtiva, como ilustra a figura 5.12..



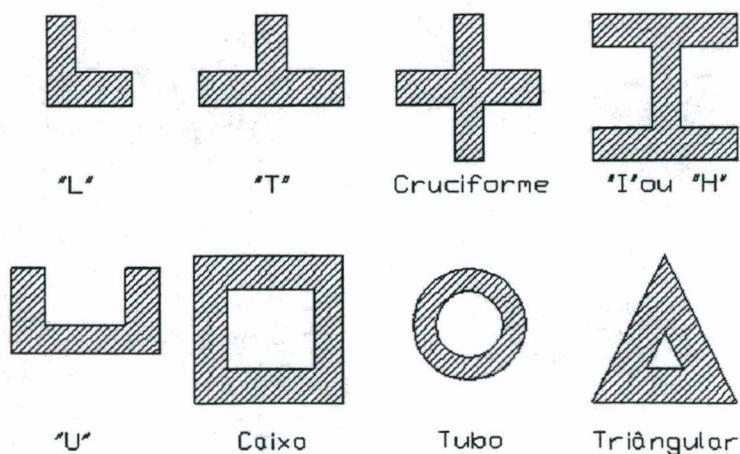
**Figura 5.12.** - Exemplo de verga utilizando blocos canaleta



**Figura 5.13.** - Exemplo de verga utilizando elementos pre-fabricados.

### Pilares

O pilar é definido pela BS 5628 como um membro de sustentação de cargas verticais isolado. Também pode ser considerada como partes de paredes entre janelas e/ou aberturas de portas, sempre que sua largura for menor que cinco vezes sua espessura. Podem ser também compostos em diversas formas, conforme as apresentadas na figura 5.14..



**Figura 5.14.** - Possíveis formas de pilares que podem ser executadas em alvenaria

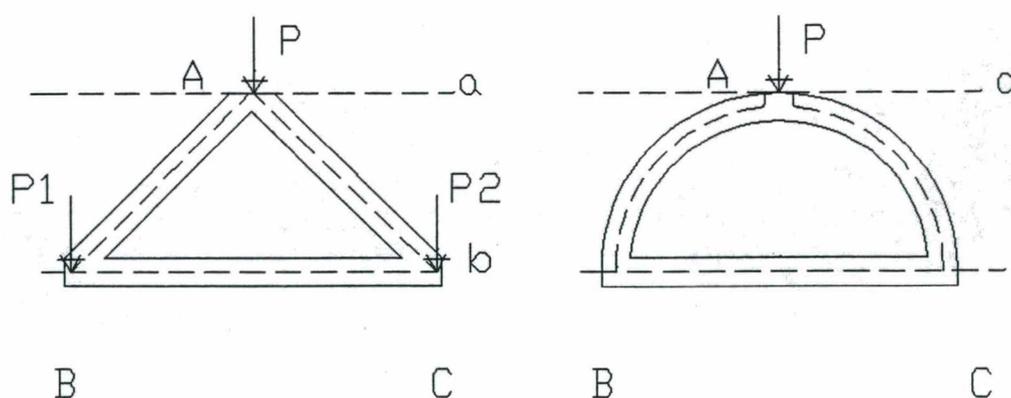
Os pilares podem ser projetados em concreto armado quando existe a necessidade de grandes vãos no térreo. Porém o edifício projetado com pilotis no térreo tem custo mais elevado do que um prédio com paredes portantes desde o térreo, devido o dimensionamento das vigas de transição do primeiro pavimento terem que ser mais robustas para transmitir as cargas recebidas das paredes para os pilares.

### Arcos

Estes elementos servem para vencer vãos de portas, janelas etc. A forma arco é utilizada arquitetonicamente por suas qualidades estéticas e estruturais e por suportar elevados níveis de tensão a compressão e deve seguir a linha de forças resultantes.

Como elemento de composição arquitetônica, o arco é definido exclusivamente pela forma, sendo então indispensável que seja constituído de elementos curvos. Como elemento estrutural o arco nem sempre é um elemento constituído de barras curvas. A figura 5.15. apresenta exemplos de arcos estruturais, que sem o elemento BC a flexão predominaria sobre a compressão e a estrutura deixaria de ser arco e passaria a funcionar como uma viga.

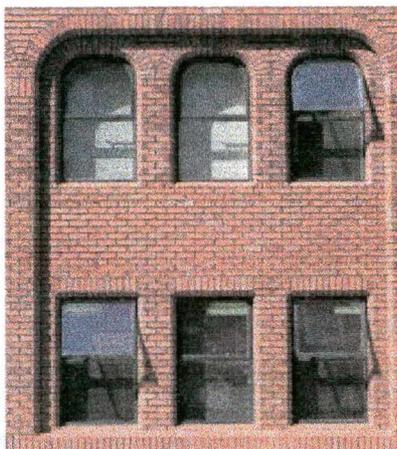
Nos arcos, a transmissão de forças se processa principalmente por compressão, desempenhando na flexão um papel secundário, ao contrário das vigas (VASCONCELOS, 1991).



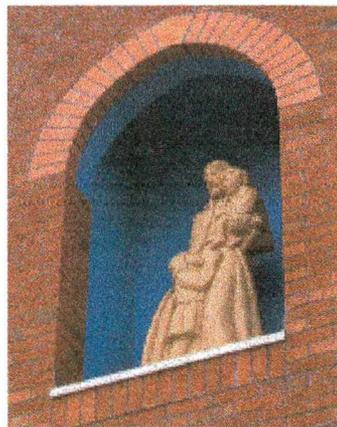
**Figura 5.15.** - Exemplos de arcos estruturais.

A divisão das várias formas de arcos é baseada nos métodos geométricos relacionados com a forma e dimensão das unidades, podendo ser concebidos em alvenaria estrutural arcos semi-circulares, circulares, elípticos, abatidos, góticos,

pontiaguados ou ogivais, segmental, etc. Alguns destes arcos só podem ser executados com a utilização de blocos ou tijolos de formatos especiais, conforme exemplos ilustrados nas figura 5.16. a 5.18..



**Figura 5.16.** - Exemplo de arcos abatidos



**Figura 5.17.** - exemplo de arco gótico



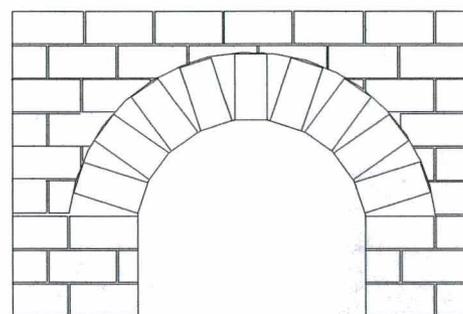
**Figura 5.18.** - exemplo de arco circular

Para a execução de arcos sem blocos especiais deve-se recortar os blocos da parede na qual estes arcos estão inseridos, como mostram as figuras 5.19. e 5.20.. O inconveniente desta composição é o recorte demasiado das peças e a variação da dimensão das juntas entre os blocos que descrevem o arco, no caso da figura 5.20..

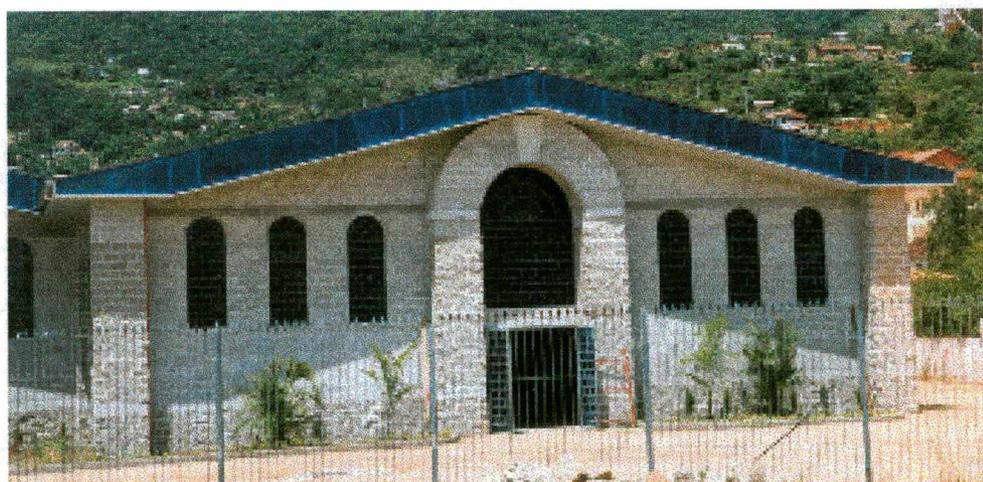
A utilização de blocos em arcos sem aproveitar a sua capacidade de resistir à compressão, além de anti-econômico pode resultar em um efeito estético duvidoso, como ilustra a figura 5.21..



**Figura 5.19.** - Arco pontiagudo



**Figura 5.20.** - Arco semi-circular projetado com blocos de 14x19x39 de dimensão



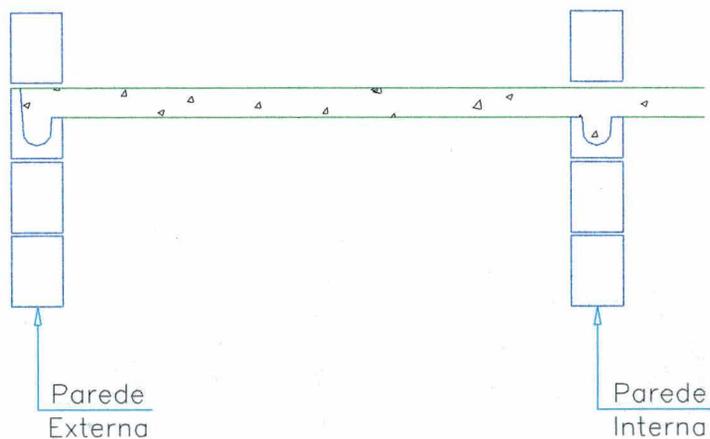
**Figura 5.21.** - Arcos semi-circulares sem função estrutural.

## Lajes

A laje funciona como um diafragma rígido unindo as paredes e também contribuindo para a estabilidade pretendida. Vários tipos de lajes podem ser empregados em alvenaria estrutural; maciça, mista, pré-moldada, ou painéis alveolados (ABCI, 1990).

Entende-se que a laje mais adequada a ser utilizada é aquela que envolva o menor número de operações de manufatura dentro do canteiro. A escolha do tipo de laje deve ser de acordo com o porte da obra e as condições de transporte a disposição. Este item deve ser pensado em conjunto pelos projetistas e responsáveis pelo empreendimento, para que depois de pronto o projeto não sofra ajustes.

A especificação e definição do tipo de lajes durante o processo de projeto, oferece subsídios para a elaboração do projeto de formas. FRANCO (1992) afirma que projetos de formas racionalizadas há muito vêm sendo desenvolvidos pelos projetistas. Além da representação dos componentes, estes projetos definem também a maneira de executar as atividades, na montagem, concretagem e desforma (ver figura 5.22).



**Figura 5.22.** - Representação gráfica da interface laje x parede.

#### 5.4. Partido arquitetônico

A partir do conhecimento dos componentes do sistema alvenaria estrutural, o arquiteto pode partir para o lançamento do Partido Arquitetônico que é o nome que se dá a consequência formal de uma série de determinações, tais como o programa do edifício, a conformação topográfica do terreno, orientação, sistema estrutural adotado, as condições locais, a verba disponível e as condições de posturas que regulam as construções, e principalmente, a intenção plástica do arquiteto (CORONA & LEMOS *apud* SILVA, 1983).

SILVA (1983), conceitua partido como sendo o conjunto de caracteres, reflete o contexto do programa e as intenções formais que pode ser descrito, inclusive de forma verbal: "solução em três pavimentos com circulação vertical".

Um dos princípios básicos que devem nortear o lançamento do partido, é o entendimento de que o espaço será concebido por meio de painéis laminares e não pórticos de barras. Aproveita-se dessa maneira a grande capacidade portante do painel em transmitir carga para o solo, melhor distribuído que no caso dos pilares nos pórticos.

##### 5.4.1. Arranjo das paredes

As distribuições de tensões dependem em grande parte do arranjo arquitetônico, que dará maior ou menor estabilidade a edificação. Por esta razão no lançamento do partido arquitetônico é fundamental que o arquiteto encaminhe as soluções a apreciação de todos projetistas de forma a se desenvolver um projeto coordenado entre todos (CURTIN *et al. apud* FRANCO, 1993).

Outro cuidado que o arquiteto deve ter ao conceber o partido arquitetônico, é de evitar arranjos assimétricos, que geram efeitos de torção que podem ocasionar indesejáveis condições de tração (HENDRY, 1981).

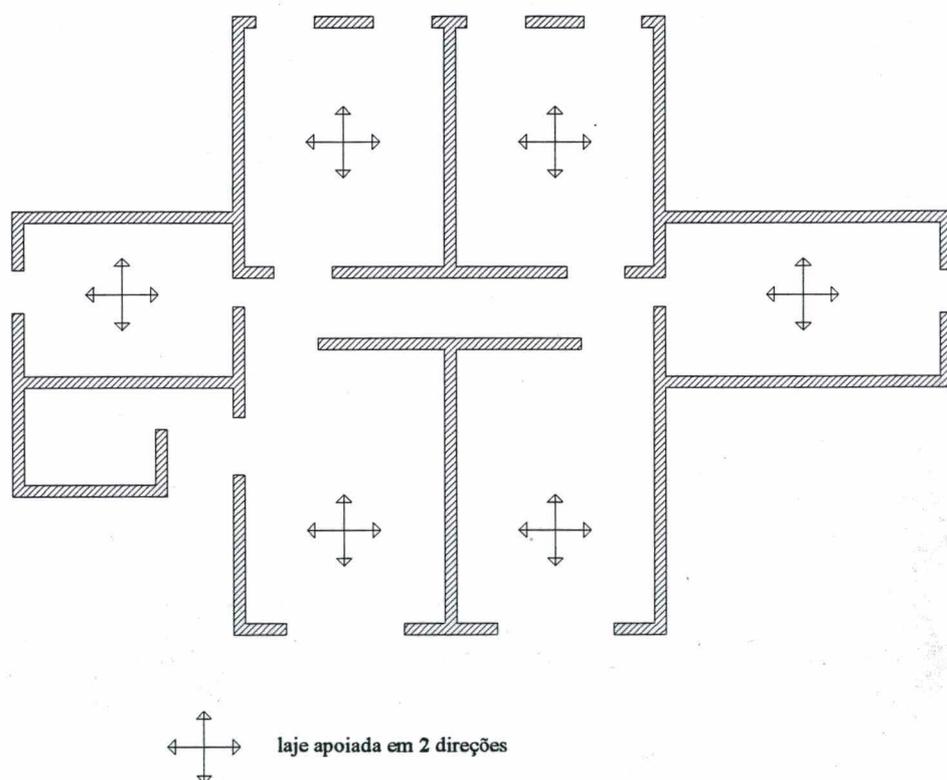
A primeira consideração que o arquiteto deve ter para o arranjo eficiente das paredes é a sua adequação com a função da edificação. Para isto deve compatibilizar a função pretendida com as recomendações de STOCKBRIDGE & HENDRY (1969), segundo as quais, os espaços devem ser subdivididos em um número relativamente grande de cômodos de pequenos e médias dimensões, repetindo-se o mesmo arranjo por

todos os pavimentos, para obter-se o máximo de eficiência do sistema em termos de resistência e economia.

Os arranjos das paredes em alvenaria estrutural para prover estabilidade lateral em todas as direções do edifício podem ser variados. Mas terão quase inevitavelmente ser uma composição das três categorias definidas por HENDRY (1981):

**Sistema celular:** é aquele que tanto as paredes internas quanto às externas são carregadas e estas paredes formam um *padrão celular*, especialmente resistentes a esforços laterais de vento, como ilustra a figura 5.23..

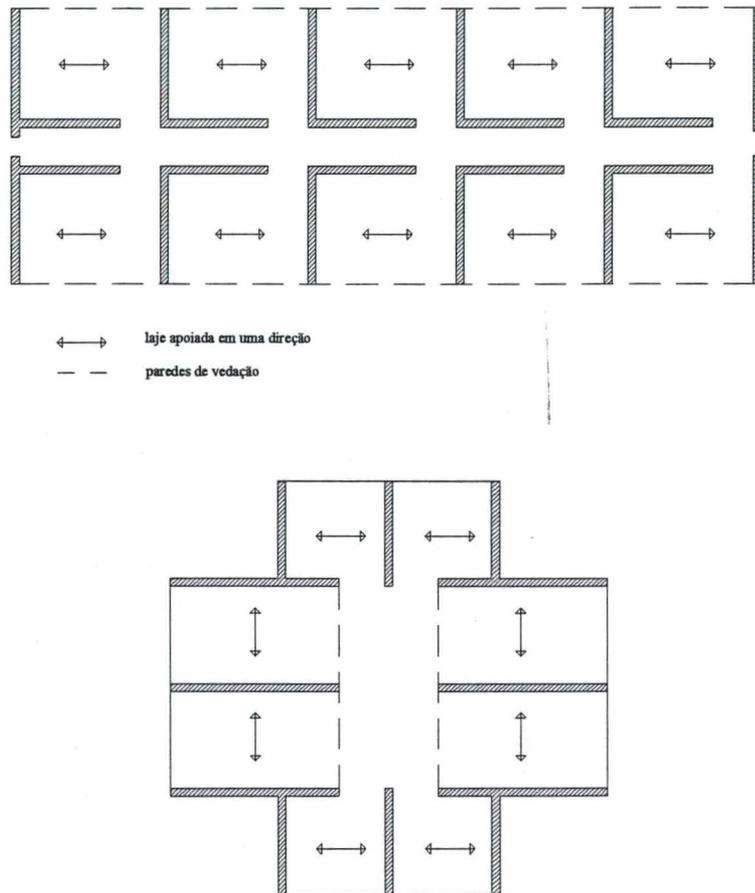
Este *layout* além de fornecer eficiência tem sido o arranjo de parede dominante usado em estruturas altas de alvenaria por muitos anos. Entretanto, existe uma limitação de profundidade do edifício para que os compartimentos tenham acesso à luz natural.



**Figura 5.23.** - Sistema celular de paredes

**Sistema de paredes transversais:** é caracterizado pela obtenção da estabilidade lateral na direção através do descarregamento das lajes nas paredes internas. A

estabilidade na outra direção é obtida através das paredes do corredor central. Estes arranjos podem ser simples ou duplos conforme mostra a figura 5.24..

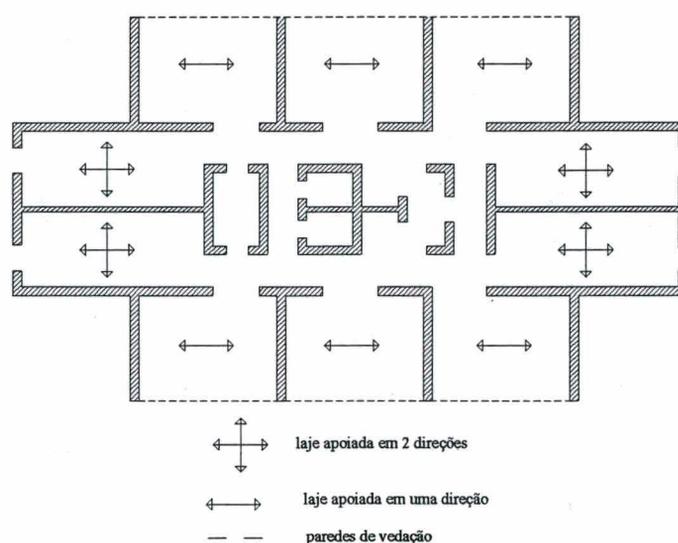


**Figura 5.24.** - Sistema de paredes transversais

A vantagem deste tipo de arranjo é a que as paredes externas não possuem função estrutural, podendo ser construídas com outro material a ser especificado pelo arquiteto.

**Sistema Complexo:** é o arranjo no qual as caixas de escadas, de elevadores ou compartimentos de serviços são centralizados na edificação como meio de fornecer estabilidade lateral ao conjunto, como exemplifica a figura 5.25.. Neste tipo de arranjo as paredes que circundam o núcleo ou colunas têm como função transmitir as cargas

verticais entre os pavimentos, enquanto as paredes perimetrais externas não precisam ser estruturais.



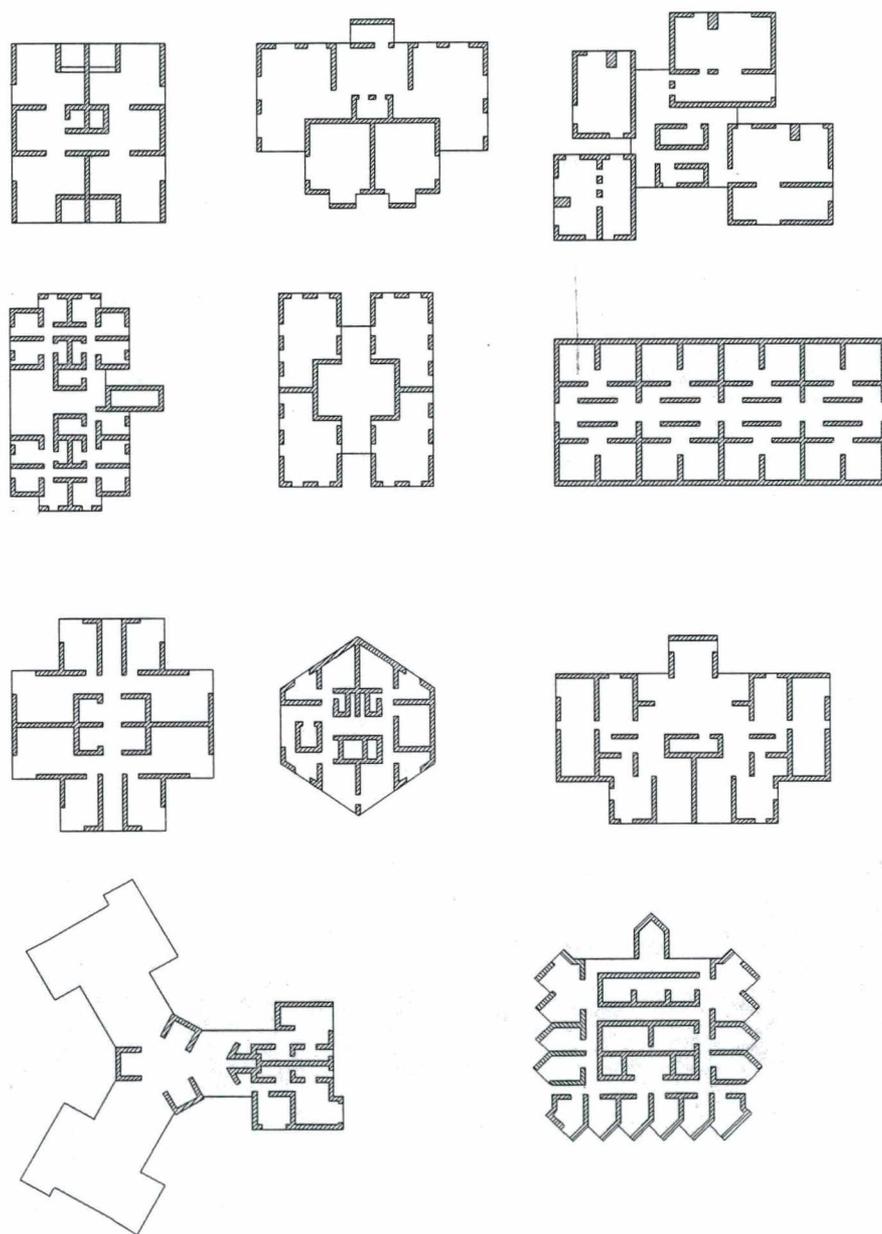
**Figura 5.25.-** Sistema complexo de paredes.

Muitos efeitos estruturais, como a distribuição de esforços entre painéis de parede e o efeito arco<sup>6</sup> dependem da definição de detalhes arquitetônicos, tais como a efetiva amarração entre os elementos das paredes ou ainda, o posicionamento de aberturas em pontos que diminuem as concentrações de tensões nas transições.

Além das preocupações relativas ao lançamento das paredes, o arquiteto deve incorporar também uma visão global do edifício com especial atenção as interfaces entre as paredes e os demais subsistemas da edificação .

<sup>6</sup> O efeito arco, é um efeito aplicado no cálculo de esforços na alvenaria estrutural, explicado em publicações como HENDRY (1990) e HENDRY *et al.* (1987), no qual sua incorporação permite projetar estruturas relativamente "leves" entre o andar térreo, projetado em estrutura de concreto convencional, e o primeiro pavimento de alvenaria estrutural (FRANCO, 1992).

A grande flexibilidade de arranjo de paredes estruturais das estruturas em alvenarias pode ser observada na figura 5.26..



**Figura 5.26.** - Possíveis arranjos de paredes estruturais (STOCKBRIDGE *et al*,1969).

#### 5.4.2. O lançamento das instalações

A concentração de instalações sanitárias e sua disposição em divisórias não estruturais são parâmetros conhecidos de economia, enquanto o posicionamento dos ambientes sanitários não recorte excessivamente a área total da célula (LUCINI, 1996).

Além de buscar a concentração das instalações hidráulicas, para uma maior racionalização construtiva, os projetistas devem evitar recorrer a rasgos nas alvenarias para a passagem das tubulações.

A alternativa de solução racionalizada já consolidada em alvenaria estrutural e até mesmo por outros sistemas construtivos é o uso de shafts. O *shaft* é um espaço vazio nas lajes por onde correm os dutos. Esta solução evita quebra da alvenaria para colocação de tubulações, que são instaladas em nicho próprio fora da parede e proporcionam a possibilidade de inspeções com a retirada da tampa, que deve ser executada de material leve, como as representadas nas figuras 5.27. a 5.30.

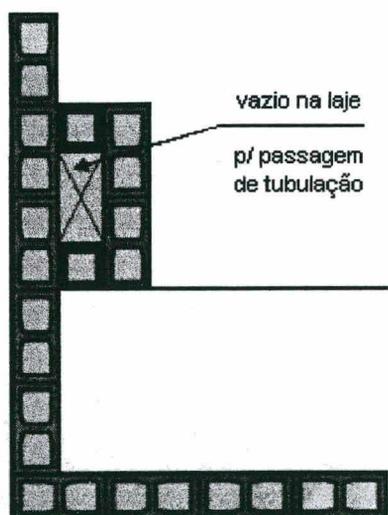


Figura 5.27. - Exemplo de "shaft" não visitável

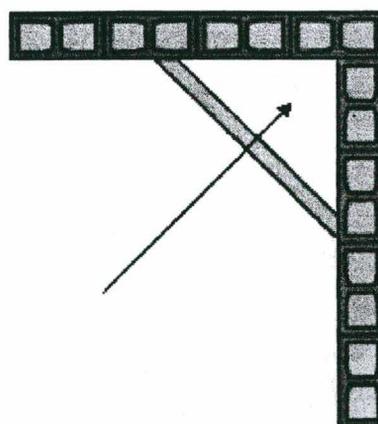
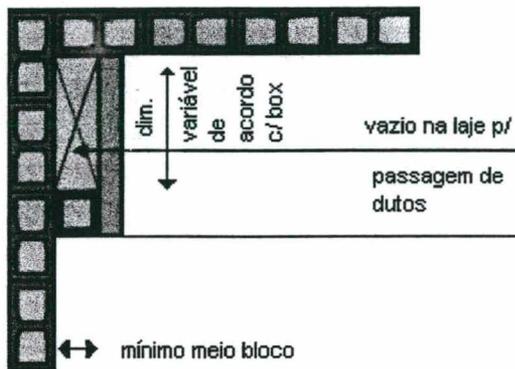
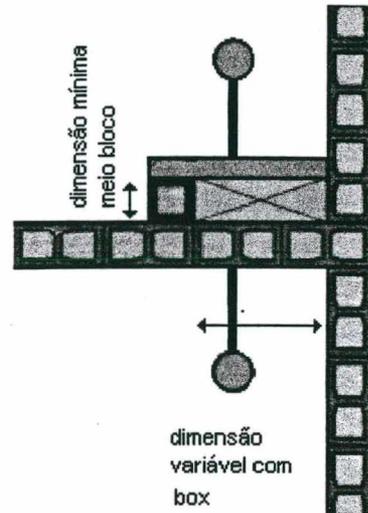


Figura 5.28 - Exemplo "shaf" visitável



**Figura 5.29.** - Exemplo de "shaft" visitável



**Figura 5.30.** - Exemplo de "shaft" visitável

As instalações elétricas, telefone, TV e interfone não permitem a racionalização equivalente à obtida pelas instalações hidráulicas, por serem difíceis de ser agrupadas em blocos e muitas vezes têm de passar por paredes estruturais. Assim a locação destas instalações deverá obedecer o posicionamento destes vazios em relação a quadrícula modular.

Verticalmente, as caixas de interruptores, tomadas, etc., devem estar locadas de maneira a facear uma junta horizontal da alvenaria, para facilitar o corte do bloco para o embutimento da mesma. A técnica de embutimento recomendada, prevê a mínima interferência do trabalho do eletricitista com o do pedreiro. Sendo que a distribuição horizontal dos eletrodutos é feita pelas lajes; e a distribuição vertical é feita pela área vazada dos blocos, ou podem passar por reentrâncias de blocos especiais (ver figura 5.42.(b)). O eletricitista encarrega-se de lançar os eletrodutos concomitantemente com a distribuição horizontal das lajes (FRANCO *et al.*, 1991).

O rebaixamento de lajes constitui uma das alternativas para o embutimento de instalações hidro-sanitárias horizontais em banheiros, cozinhas e áreas de serviço. Também podendo ser adotado em sacadas, varandas e outros ambientes para proporcionar o desnível e declividades exigíveis.

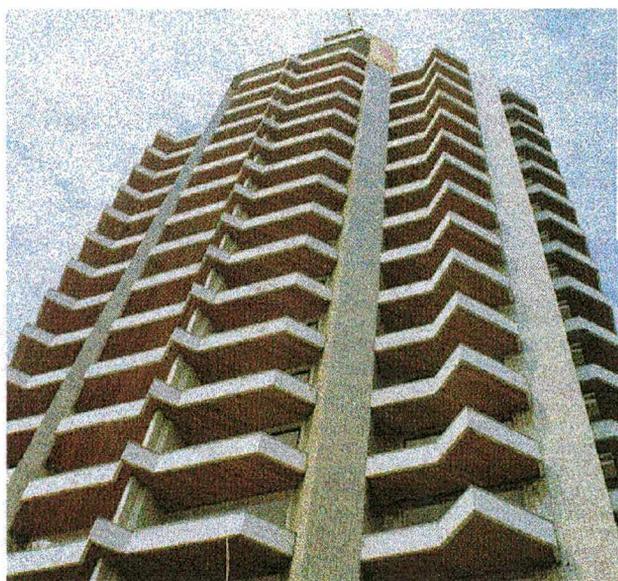
Outra alternativa seria o emprego de forro falso. A escolha constitui uma decisão de cada projeto, em função das condicionantes e fatores gerais de cada empreendimento (FRANCO *et al.*, 1991).

### 5.4.3. Balanços

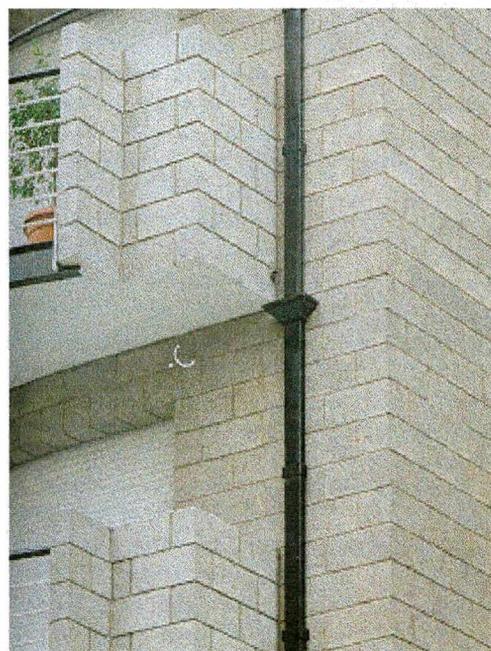
Durante a formulação do partido, o arquiteto pode utilizar um recurso formal muito utilizado nos sistemas construtivos tradicionais que é o uso do balanço, principalmente em sacadas, exemplificado nas figuras 5.31. a 5.33..



**Figura 5.31.** - Sacadas em edifício construído em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.



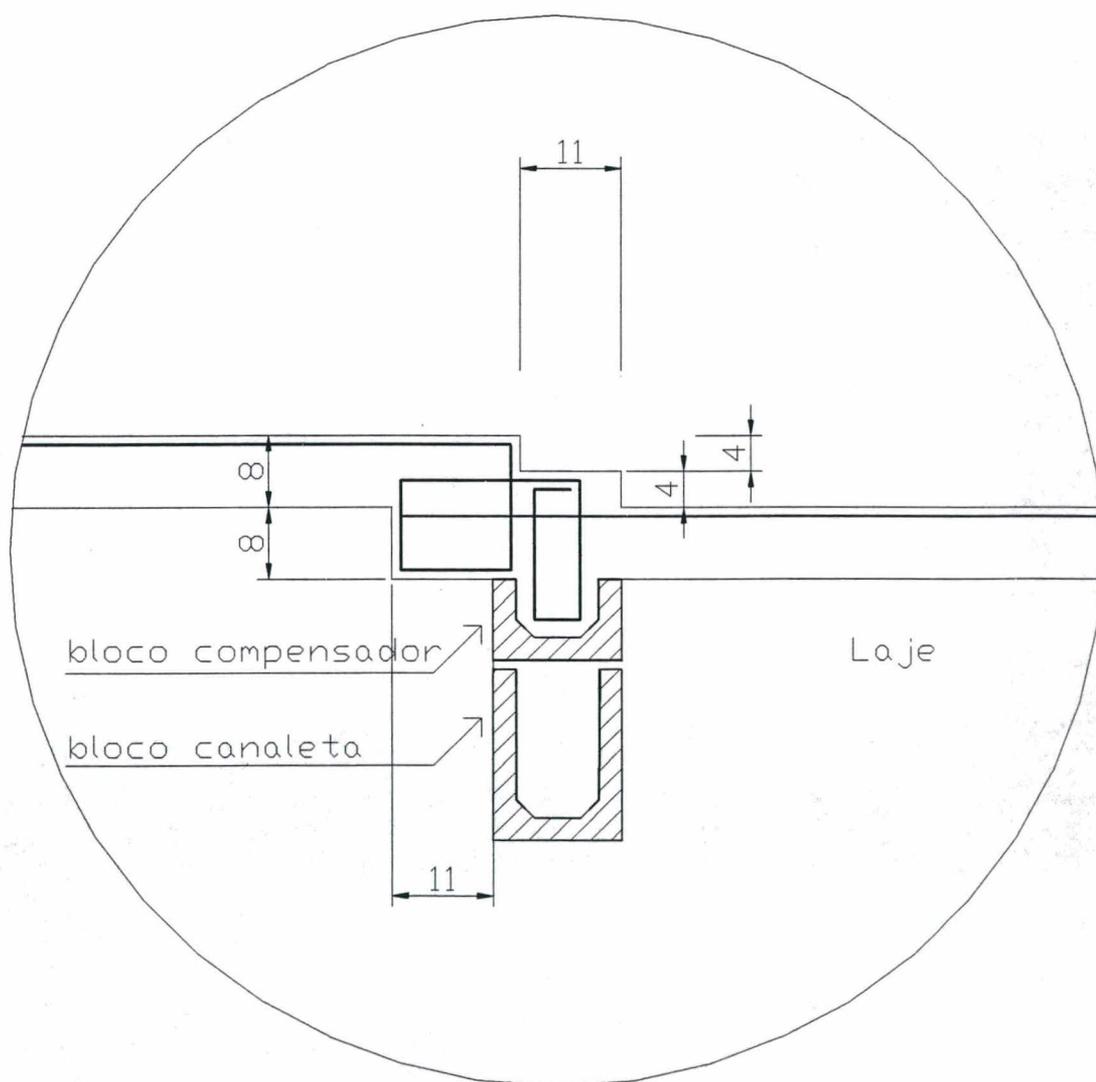
**Figura 5.32.** - Sacadas em edifício alto construído em alvenaria estrutural



**Figura 5.33.** - Detalhe da sacada de edifício construído em alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Recomenda-se que ao adotar balanço o arquiteto trabalhe com fiadas avançadas, apoiadas apenas o suficiente para o equilíbrio. Podendo preencher as juntas com ferro para que o conjunto não gire, ou adotar uma cinta de amarração na última fiada (ROSSO,1996).

Para uma maior construtibilidade, os rebaixos deverão ser especificados e detalhados com blocos compensadores e canaletas como exemplo da figura 5.34.



**Figura 5.34.** - Exemplo de rebaixo de laje para sacadas

#### 5.4.4. Revestimentos

A grande simplificação proporcionada pelos blocos de concreto, é que estes dispensam o uso de camadas reguladoras, permitindo que se aplique o revestimento final (gesso, massa fina) diretamente sobre os blocos, fazendo com que as espessuras dos revestimentos passem a ser medidas em mm e não mais em cm.

Os blocos de cerâmica, devido a sua absorção superficial, apresentam uma ótima aderência aos mais diversos tipos de revestimentos existentes no mercado. Para revestimento externo é recomendado a aplicação de chapisco que proporciona uma melhor aderência do reboco ou massa única, sujeito que está às intempéries, como chuva, vento, etc.

LANNA (1997) destaca as seguintes opções de revestimentos:

- *Convencional* - (chapisco + emboço + reboco) para utilização externa e interna.
- *Massa única* - (chapisco + reboco) para utilização externa e interna.
- *Massa sem chapisco* - exclusivamente para utilização interna.
- *Gesso* - exclusivamente para utilização interna.
- *Pintura direta* - para utilização interna e externa (tintas apropriadas).

De posse destes conhecimentos o arquiteto de ante-mão pode reduzir a dimensão final de suas paredes, podendo considerar como 0,5 cm o acréscimo de espessura do bloco, em paredes internas, e de 2cm em paredes externas.

No caso de especificar revestimentos que possam interferir no efeito do peso da parede pronta ou a da resistência que a estrutura suporta, no caso por exemplo de pedras, o arquiteto deve consultar o calculista.

## 5.5. A escolha dos componentes e subsistemas

A padronização das peças e componentes e a sua conexão, fixação e interrelação das interfaces devem estar perfeitamente estudadas, definidas e detalhadas, em etapas que precedem a implementação do conjunto no projeto. Os tipos de esquadrias internas e externas, o tipo de laje e escada, e o demais, interferem nos vãos preferenciais, detalhes de fixação e interfaces, de maneira que preferencialmente, quando da elaboração do projeto de modulação esse já deve considerar as interfaces e medidas dos demais componentes modulares.

### 5.5.1. O bloco

O bloco é a unidade básica da alvenaria, e pode ser confeccionado em diversos materiais e diversas dimensões. No mercado nacional estão disponíveis blocos de concreto, cerâmica e sílicocalcário. A figura 5.35. apresenta as principais características de cada tipo.

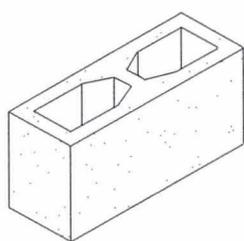
tipos de blocos	principais características
concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>vários fornecedores</li> <li>norma própria para cálculo estrutural;</li> <li>boa resistência à compressão,</li> <li>no Brasil prédios com até 24 pavimentos</li> </ul>
cerâmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>40% mais leve do que bloco de concreto, (facilitando o manuseio e o transporte).</li> <li>apresenta maior flexibilidade na criação de peças especiais;</li> <li>é mais estável e não apresenta retração na secagem;</li> <li>exige menos armação e dá bom acabamento final;</li> <li>maior impermeabilidade</li> </ul>
sílico calcário	<ul style="list-style-type: none"> <li>maior isolamento térmico</li> </ul>
concreto celular auto clavado	<ul style="list-style-type: none"> <li>bom isolamento acústico/ térmico</li> <li>boa resistência ao fogo</li> </ul>

Figura 5.35. - Características dos blocos

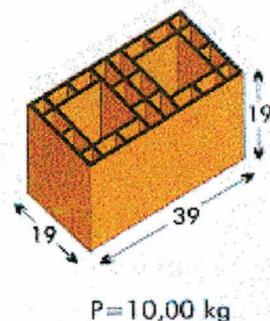
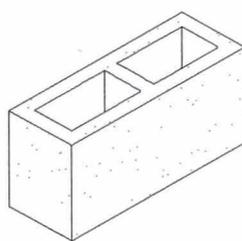
STOCKBRIDGE & HENDRY (1969) afirmam que as considerações econômicas são o maior fator de influência para a seleção dos blocos. Basicamente, esta vantagem econômica pode ser atribuída a elementos verticais, estruturais exercendo várias funções nas quais uma estrutura por exemplo, desempenharia separadamente. Simultaneamente, o bloco fornece suporte estrutural, subdivisão do espaço, isolamento térmico e acústico, proteção a intempéries e ao fogo.

Além do bloco básico, existe uma linha de blocos que complementam o sistema, ilustrados nas figuras 5.36 a 5.42..

Tipos de blocos usuais:	Dimensões usuais: (cm)	utilização
<i>Bloco (ou bloco inteiro)</i>	14x19x39 19x19x39	vedação e/ou suporte de cargas



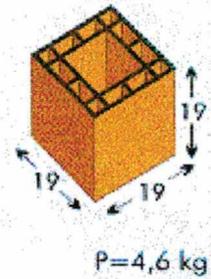
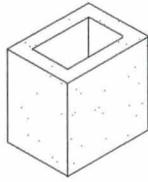
(a)



(b)

**Figura 5.36.:** (a) Blocos de concreto estrutural e de vedação, (b) Bloco cerâmico

Tipo de bloco	Dimensões:	Utilização:
<i>meio-bloco</i>	9x19x19 19x19x19 14x19x19	possibilitar a amarração no canto entre dois painéis de paredes transversais, otimizando a coordenação modular



(a)

(b)

Figura 5.37.: (a) Meio bloco de concreto, (b) Meio bloco cerâmico

Tipos de blocos:	Dimensões usuais: (cm)	Utilização:
<b>bloco e meio</b>	19x19x54 14x19x44	amarração entre as paredes, distribuição efetiva de esforços entre as paredes.

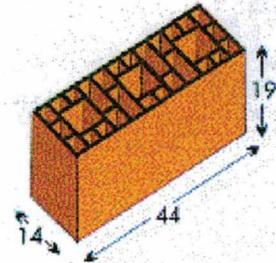
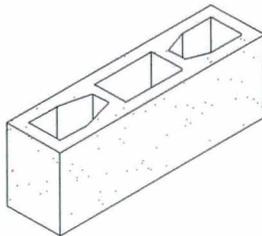
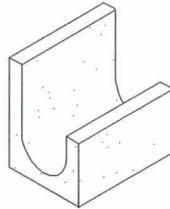
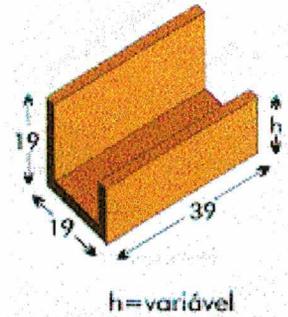


Figura 5.38.: (a) Bloco e meio de concreto e de vedação, (b) Bloco e meio cerâmico

Tipo de bloco:	Dimensões usuais: (cm)	Utilização:
<i>bloco J</i>	14x19x39 19x19x39	engastar a laje à parede estrutural, rebaixamento de lajes



(a)

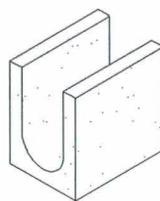


(b)

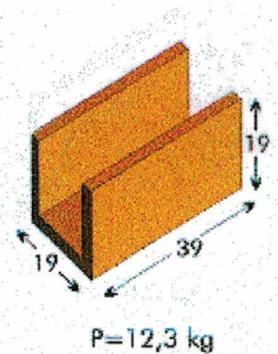
**Figura 5.39.:** (a) *Blocos J* de concreto estrutural e de vedação, (b) *Bloco J* cerâmico

Tipo de bloco:	Dimensões usuais: (cm)	Utilização
<i>bloco canaleta</i>	14x19x19 19x19x19 14x19x39 19x19x39	utilizado para confecção de vergas e contra-vergas, distribuição de eletrodutos, utilizado nos acoplamentos “T” entre paredes na fiada da cinta de amarração do respaldo da alvenaria.

(a)

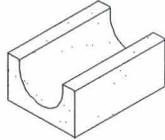


(b)

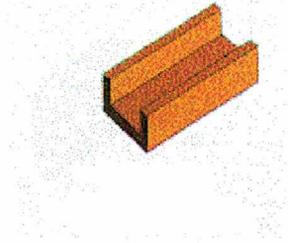


**Figura 5.40.:** (a) *Bloco canaleta* de concreto, (b) *Bloco canaleta* cerâmico

Tipo de bloco:	Dimensões usuais: (cm)	Utilização
<i>bloco compensador</i>	variáveis	utilizado junto com o bloco J, em paredes internas, para manter a mesma altura de apoio para as lajes.



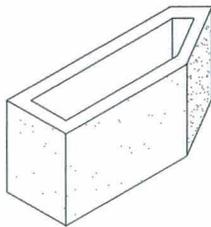
(a)



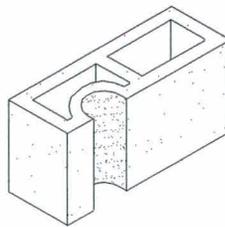
(b)

**Figura 5.41.:** (a) Bloco compensador de concreto, (b) Bloco compensador cerâmico

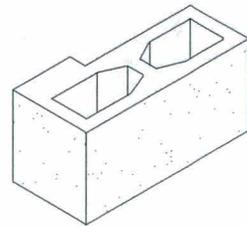
Tipo de bloco:	Dimensões usuais: (cm)	Utilização
<i>especial</i>	14x19x19 (a) 19x19x39 (a) 19x19x19 (b) 14x19x39 (b) 19x19x39 (b) 19x19x34 (c)	Para execução de paredes amarradas a 45° (figura 5.40.(a)), para passagem de tubulação (figura 5.40.(b)), e para cantos quando usado aparente (figura 5.40.(c)).



(a)



(b)



(c)

**Figura 5.42. -** Blocos especiais em concreto

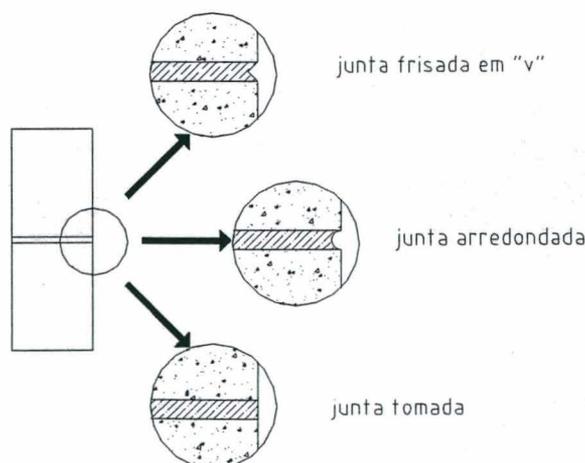
Estes elementos podem variar a nomenclatura e as dimensões, e formato dos furos internos, de fábrica para fábrica, e como tal devem ser assimilados como componentes de diferentes sistemas construtivos. Ou seja cada fábrica deveria elaborar instruções relativas ao uso de seus componentes, dirigidas aos construtores, engenheiros e arquitetos.

Estas fábricas no país em sua maioria limitam-se a produzir blocos prismáticos, ao contrário de fábricas na Europa ou nos Estados unidos, que possuem uma variada gama de formas, texturas, e cores que além de aumentarem as possibilidades construtivas, também solucionam interfaces como o caso de blocos com pingadeiras e blocos que compõe vergas arqueadas.

Em termos de blocos diferenciados, algumas fábricas da região Sul já produzem blocos com chanfros, que possibilitam a construção de paredes em ângulos diferentes de  $90^\circ$ , e os chamados blocos "*split*", que são em concreto, com textura especial e em várias cores, para uso aparente.

#### 5.5.1.1. Juntas

As juntas têm como funções unir os blocos, absorver deformações (decorrentes por exemplo de movimento do tipo de assentamento do terreno, contração), impedir penetração de água, e distribuir as cargas uniformemente. E podem ter os formatos mostrados na figura 5.43., sendo que não poderão ser projetadas com dimensão inferior a 1 cm.



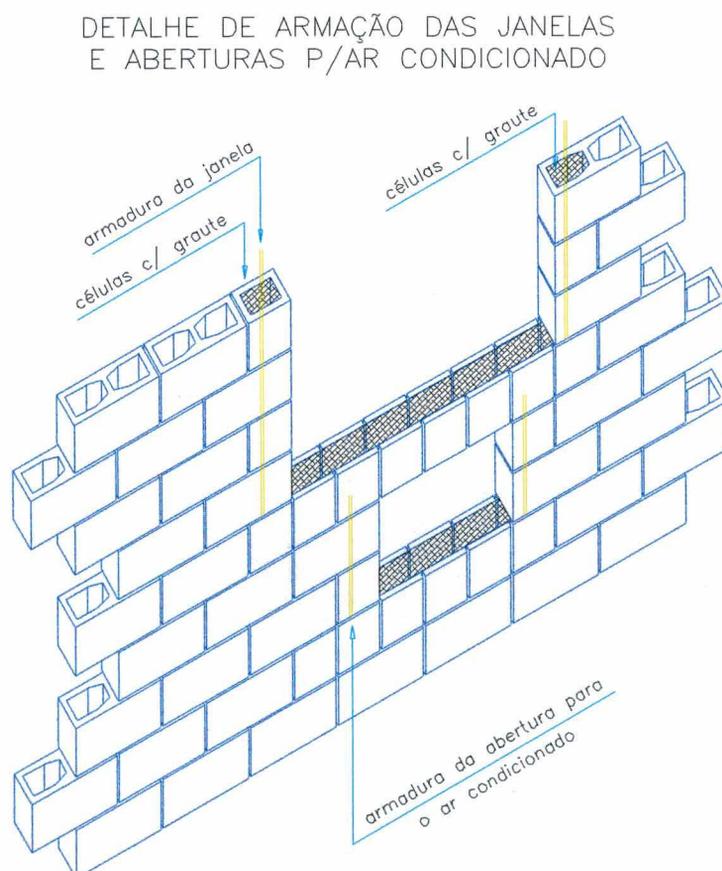
**Figura .5.43.** - Tipos usuais de juntas (adaptado de LANNA, 1997) .

### 5.5.1.2. Graute

As paredes podem ser reforçadas através dos "grautes", este recurso é utilizado pelos calculistas para aumentar a capacidade resistente da parede sem aumentar sua espessura.

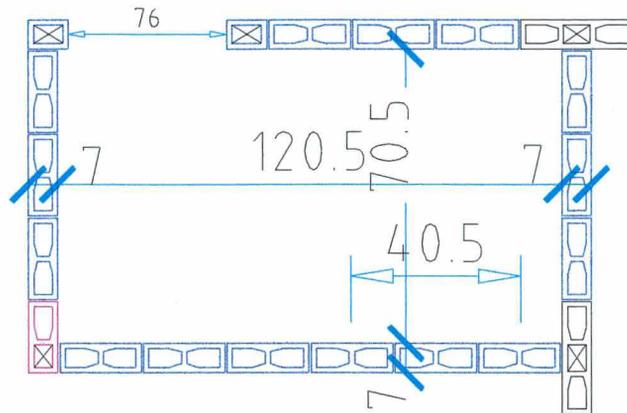
Segundo a ABCI (1990), *grautes* são concretos ou argamassas fluidas com a finalidade de solidarizar as ferragens à alvenaria, influenciando na resistência mecânica à compressão preenchendo as cavidades dos blocos. Normalmente *grautes* são compostos de cimento, cal, água e agregado miúdo (graute fino) ou cimento, cal, água e agregados miúdo e graúdo (graute grosso).

Cabe ao arquiteto mostrar em seus projetos de forma clara onde as paredes deverão ser grauteadas, e com a maior riqueza de detalhe possível. Como mostram as figuras 5.44 e 5.45..



As janelas e aberturas de ar condicionado deverão ser grauteadas apenas as regiões indicadas com armadura.

**Figura 5.44.** - Detalhe "3D" dos locais que deverão ser grauteados.



**Figura 5.45.** - Representação dos blocos grauteados em planta baixa.

### 5.5.2. Aberturas/esquadrias

Em termos de filosofia de projeto, MIKLUCHIN (1969), considera que as aberturas não deveriam dar a impressão de um buraco, ou de um distúrbio indesejado. Mas deveriam ser arranjadas como um interespaço consistente, como uma divisão definida e clara do espaço global, esteticamente justificado.

As aberturas executadas em paredes de alvenaria estrutural devem ser projetadas de modo a evitar cortes nos blocos ou enchimentos para complementação da modulação. Desta forma a especificação das esquadrias deve ser feita em conjunto com os responsáveis pela construção, e de preferências esquadrias com dimensões compatíveis às dimensões dos blocos.

Além dos cuidados com a coordenação modular, o arquiteto deve projetar também os componentes que garantem o perfeito funcionamento das esquadrias sem gerar patologias. Estes componentes são as vergas e contra-vergas, (abordadas neste capítulo, item 5.3.2.1), e as "pingadeiras".

FRANCO *et al.* (1991) consideram que a combinação de blocos com estes outros elementos constituem um sistema de construção que se pode incluir dentro do conceito de construção industrializada.

### 5.5.3. Escadas/ elevadores

O posicionamento destes elementos de circulação vertical devem ser estudados exaustivamente, levando-se em consideração as várias interferências que normalmente ocorrem, como passagem das prumadas primárias das instalações em "*shafts*", instalações de incêndio, bem como as necessárias para aprovação dos projetos no Corpo de Bombeiros, além da influência destes na obtenção da estabilidade lateral da edificação.

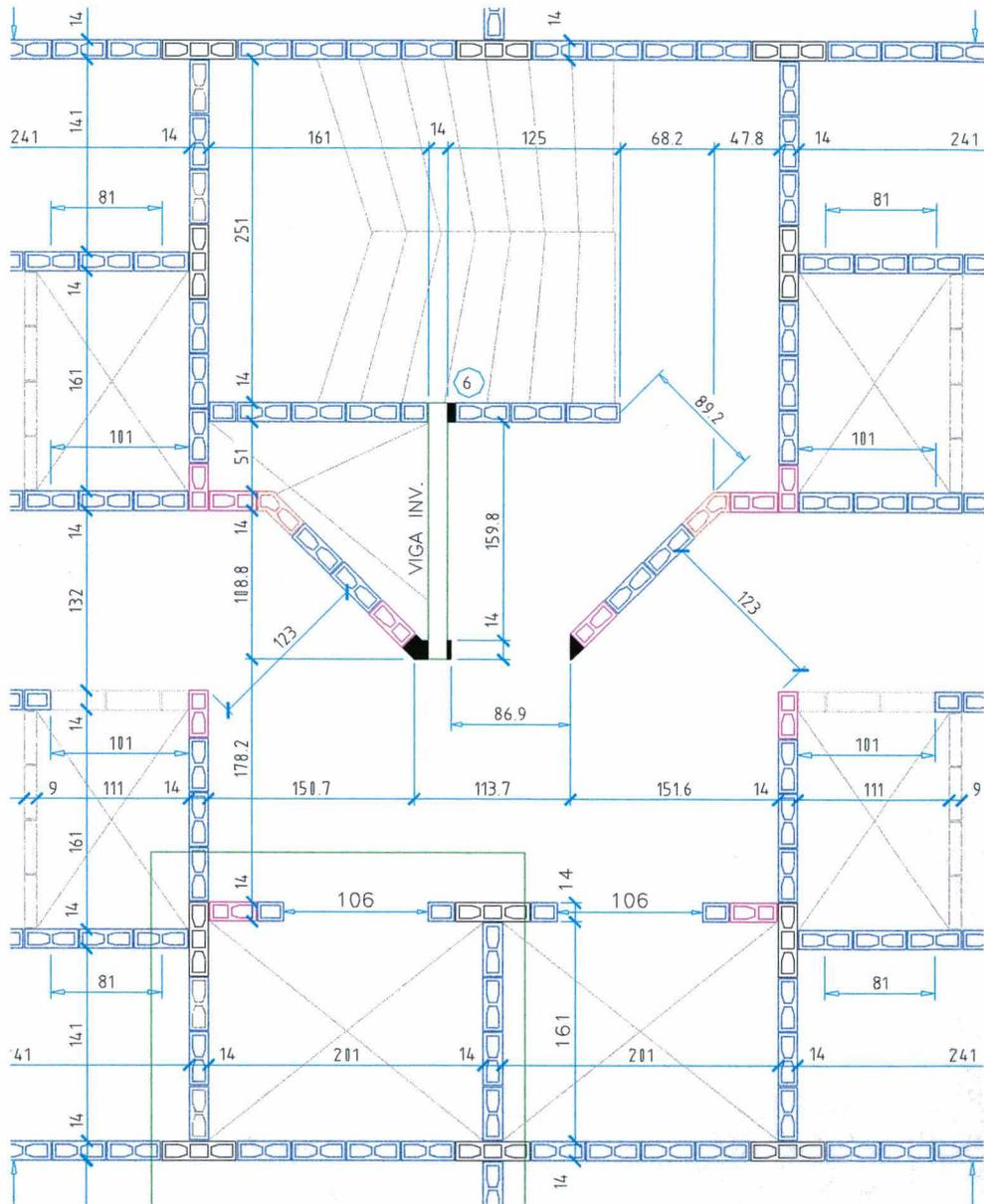
Para o projeto destes ambientes, que contém escadas e elevadores, acredita-se que uma boa estratégia, é a elaboração de projetos padrão com um detalhamento bastante minucioso, cuja revisão deveria ser feita, tendo em vista o resultado positivo de utilização de outras obras, como o apresentado na figura 5.46..

As dimensões globais da caixa de elevador devem respeitar a modulação padrão estabelecida no projeto e as dimensões mínimas exigidas pelo fabricantes, como mostra a figura 5.47. FRANCO *et ali.* recomendam que os chumbadores dos trilhos, devam ser fixadas nos blocos "j", como mostra a figura 5.46..

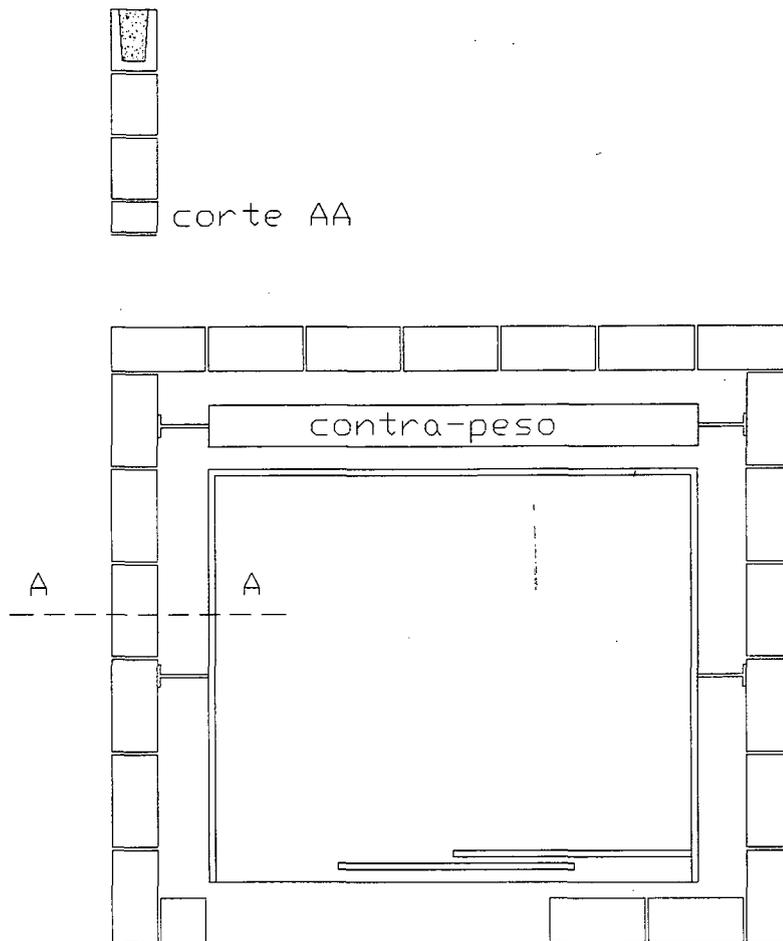
Os tipos de escadas que podem ser utilizadas com alvenaria estrutural são:

- Moldadas *in loco*;
- Escadas tipo jacaré (tradicionalmente empregadas nos edifícios da ENCOL, formada por vigas dentadas "jacaré", degraus , espelhos e patamares pré-moldados), como mostra a figura 5.48., e
- Escada em pré-moldados leves.

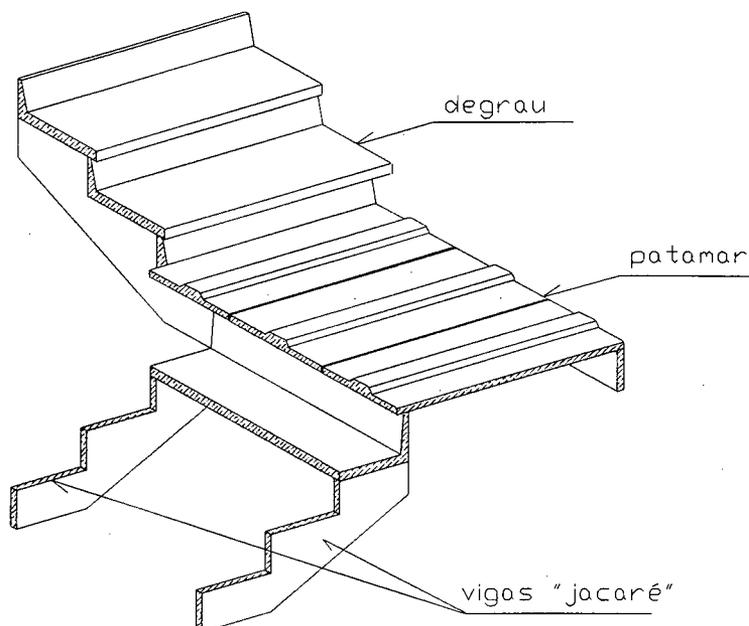
O projetista deve, na hora de projetar a escada, levar em consideração todos os condicionantes técnicos associados ao problema, e preferencialmente utilizar soluções padronizadas e de eficiência comprovada.



**Figura 5.46.** Setor de projeto modulado mostrando caixa de escada e elevadores, circundado por depósitos onde passarão prumadas das instalações elétrica e hidráulica.



**Figura 5.47.** - Corte esquemático da caixa de elevador (FRANCO *et al.*, 1991).



**Figura 5.48.** Escada "jacaré" (FRANCO *et al.*, 1991).

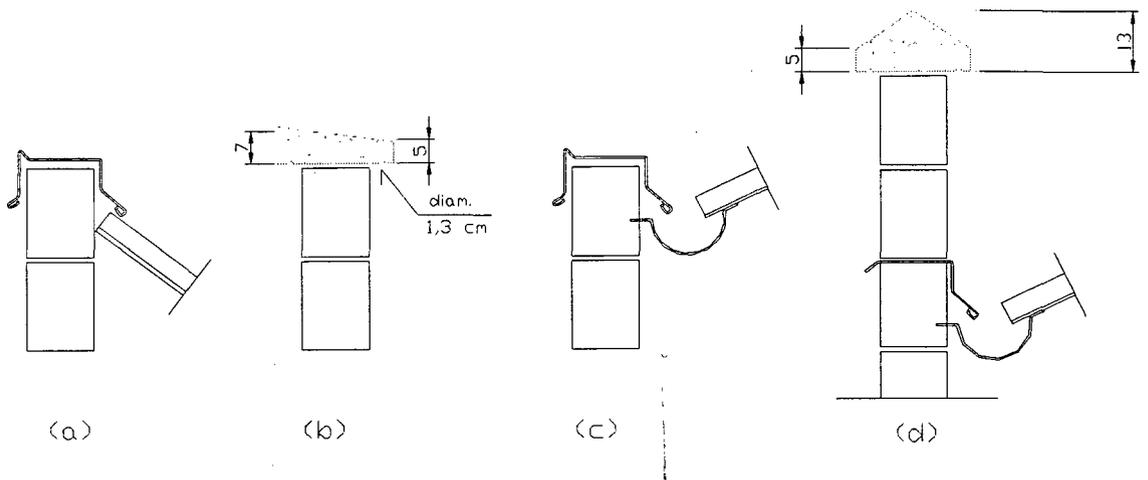
#### 5.5.4. Coberturas

A alvenaria estrutural permite como solução de vedação superior a utilização de diferentes soluções disponíveis no mercado. E assim como em outros sistemas construtivos, deve-se igualmente atentar para a impermeabilização no caso do uso de lajes de coberturas, e no uso de telhados projetar com cuidado o capeamento das platibandas e frontões e as interfaces entre as calhas e platibandas (figura5.49).

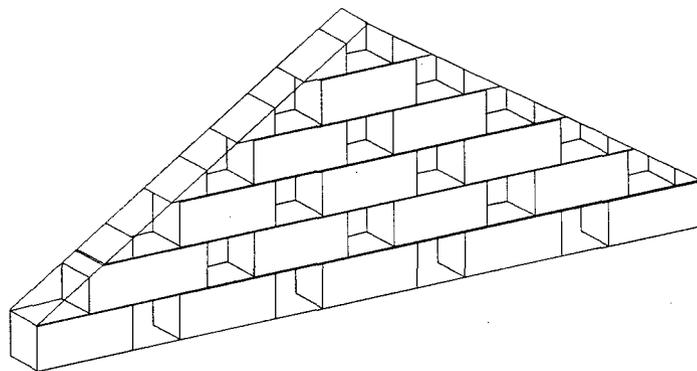
Sempre que um componente da estrutura de cobertura apoiar-se sobre alvenaria, seja da platibanda ou dos oitões, dois aspectos não podem ser esquecidos, a uniformização da transmissão de esforços e a garantia de um apoio mínimo sobre a alvenaria.

As alvenarias levantadas sobre a laje de cobertura, (sejam oitões ou platibandas) por sua vez, devem obedecer a duas condicionantes:

- possuir estabilidade quanto aos esforços horizontais, e
- não prejudicar a movimentação da laje de cobertura em relação à alvenaria do andar inferior, e no caso de oitões apresentar soluções que facilitem a ventilação, como mostra a figura5.50..



**Figura 5.49.** Proteção contra umidade das alvenarias sobre a cobertura com topos expostos. (a) rufo descarregando na cobertura; (b) capa pré-moldada; (c) rufo descarregando em calha; (d) capa pré-moldada associada a rufo transparente intermediário (FRANCO *et al.*, 1991).



**Figura 5.50.** Vazios na amarração do oitão em alvenaria de blocos (FRANCO *et al.*, 1991).

No uso de telhado aparente os oitões fornecem uma tendência natural como estrutura de apoio, em função do próprio uso da alvenaria como estrutura em todo restante da edificação

## 5.6. A avaliação do conhecimento sobre alvenaria estrutural nos escritórios de arquitetura

A seguir passa-se a descrever o resultado da investigação nos escritórios de arquitetura, com respeito ao conhecimento técnico específico de alvenaria estrutural.

### 5.6.1. Condicionantes Legais

Os condicionantes legais, que interferem negativamente no desenvolvimento dos projetos, e que foram apontados pelos arquitetos são:

- A inflexibilidade do plano diretor (no caso específico de Porto Alegre) quanto às espessuras das paredes externas, gera paredes com espessuras diferentes; (internas com 15 cm, e externas com 25 cm) com conseqüentes problemas nas amarrações. Isto leva ao aumento do número de componentes diferentes na obra, com as conseqüentes desvantagens.
- As dimensões utilizadas para a obtenção das áreas mínimas exigidas pelo código de obras, nem sempre fecham com a modulação, e geralmente: *os incorporadores "exigem um esgotamento dos índices computáveis, fazendo com que o arquiteto quebre a modulação"*.
- Exigência do uso de tijolo maciço na caixa de escada, nos projetos preventivos de incêndio (no caso específico de Porto Alegre).

### 5.6.2. Transferência de tecnologia

A forma de projetar em alvenaria estrutural foi iniciada de modo similar para oito dos entrevistados, que adaptaram um projeto confeccionado para ser construído em concreto armado e alvenaria de vedação. Porém seis destes entrevistados desenvolveram uma metodologia diferenciada para projetos em alvenaria estrutural, dois projetam do mesmo modo, independente do sistema construtivo, e dois projetam de forma convencional, e adaptam o projeto para alvenaria estrutural.

Para obter os conhecimentos em alvenaria estrutural oito dos arquitetos freqüentaram cursos especializados, cinco pesquisam em obras e/ou construtoras que adotam estes sistema, complementando as informações através de consultas em manuais

de procedimentos de construtoras ou elaborados por fábricas de blocos. Apenas um arquiteto não busca informações nas fontes acima citadas, este consulta o engenheiro calculista quando tem dúvidas.

Os arquitetos não apresentam resistência para projetar em alvenaria estrutural, pois para seis dos entrevistados, é indiferente projetar para sistemas construtivos convencionais ou alvenaria estrutural. Sendo que dois dos arquitetos preferem projetar em alvenaria estrutural.

Os arquitetos que preferem elaborar projetos em sistemas tradicionais, em relação à alvenaria estrutural, justificam esta preferência nas seguintes razões:

- Tem mais experiência (apontado por um arquiteto).
- O tempo de elaboração é menor (apontado por dois arquitetos), pois não necessita detalhar tanto (apontado por um arquiteto).
- A representação gráfica é simples (apontado por um arquiteto).
- A elaboração é mais fácil (apontado por dois arquitetos).

Em contrapartida, os arquitetos são mais enfáticos ao apontar as vantagens de se projetar para alvenaria estrutural:

- Na opinião de cinco entrevistados, a alvenaria estrutural é sistema construtivo mais eficaz, motivando-os a desenvolver os projetos.
- Ainda como fator de motivação e até mesmo ideológico, para desenvolver projetos em alvenaria estrutural, três dos arquitetos questionados, afirmam que a alvenaria estrutural apresenta facilidade para adoção de medidas de racionalização.
- A facilidade de compatibilização entre o projeto arquitetônico e os demais projetos, é apontada por dois dos consultados.
- Para um dos entrevistados os projetos para o referido sistema são mais completos.
- E somente um destes arquitetos projeta em alvenaria estrutural como forma de prestar um serviço diferenciado perante a concorrência.

### **5.6.2.1. Conhecimento do trabalho de outros arquitetos**

Em relação ao conhecimento dos projetos para alvenaria estrutural realizados por outros arquitetos, observa-se que a metade dos entrevistados conhece o trabalho de seus concorrentes mais próximos e o trabalho de arquitetos com projeção nacional. A outra metade desconhece os projetos da concorrência.

### **5.5.2.2. O componente básico**

Um aspecto positivo foi o fato de que todos arquitetos entrevistados mantêm contato direto com os fornecedores de blocos, podendo desta forma projetar com conhecimento sobre os materiais utilizados.

Quanto à função de escolha do bloco, cinco dos entrevistados participam do processo de especificação, quatro desenvolvem seus projetos com o bloco definido previamente pelo empreendedor, e um arquiteto recebe a especificação dos blocos e componentes de uma firma especializada em padronização de componentes.

Ao especificar o bloco, os arquitetos levam em consideração a resistência elevada (em três escritórios), a baixa higroscopicidade (em três escritórios), o custo da unidade (em dois escritórios), e a aparência (em um escritório). Neste quesito houve uma disparidade entre os arquitetos abordados em Porto Alegre e os de Florianópolis.

Entre os primeiros observa-se uma tendência a preferir usar blocos cerâmicos em seus projetos, representada por seis arquitetos. Já em Florianópolis a preferência unânime é por blocos de concreto.

Este fato deve-se a execução de alguns edifícios com bloco de concreto erguido em Porto Alegre de forma incorreta gerando prédios que apresentam patologias, tais como fissuras e um alto teor de umidade. Os fabricantes de blocos cerâmicos utilizam-se deste exemplo para convencer os arquitetos a não utilizarem blocos de concreto. Outro fator é que esta indústria tem maior tradição naquele mercado, e a única fábrica de blocos de concreto da região está em funcionamento há apenas 2 anos.

Na região da grande Florianópolis existem duas fábricas de blocos de concreto, que para ganhar espaço no mercado investem muito em marketing e impulsionam o uso de seus componentes.

Em relação ao conhecimento do peso dos blocos, seis arquitetos afirmam saber, e os demais o desconhecem.

A alvenaria aparente é utilizada somente por 4 dos arquitetos questionados. Entre os arquitetos que não a utilizam, quatro justificam-se alegando que os clientes impõem o uso do reboco externo, e dois não utilizam a referida *linguagem* em seus projetos. Entre os arquitetos que utilizam alvenaria aparente, todos apresentam detalhe das juntas.

### 5.5.3. Flexibilização de uso dos ambientes projetados

A grande maioria dos arquitetos entrevistados (nove), considera a alvenaria estrutural um sistema construtivo estruturalmente restritivo. Porém oito acreditam que este sistema pode ser flexibilizado.

Os fatores apontados pelos arquitetos, aos quais podem adicionar flexibilidade ao sistema, são:

- O conhecimento do comportamento estrutural (na opinião de seis arquitetos).
- A criatividade do projetista (na opinião de cinco arquitetos).
- Uma boa distribuição das paredes estruturais (na opinião de quatro arquitetos).
- O uso de bom senso por parte do projetista (na opinião de dois arquitetos).

### 5.5.4. O uso de arcos e paredes curvas

O uso de arcos, e paredes curvas em projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural, é pouco explorado pelos arquitetos em questão. Segundo cinco dos entrevistados, este elemento não compõe a linguagem adotada por estes nos projetos, e quatro não o utilizam por restrição da construtora que considera este elemento inviável economicamente.

As sacadas são utilizadas em balanço por metade dos arquitetos, a outra metade projeta as sacadas embutidas na alvenaria, comumente denominadas "nichos", por considerá-las mais viáveis economicamente.

### 5.5.5. O arranjo das paredes

Os procedimentos utilizados no lançamento das paredes condizem com os preceitos recomendados pela literatura. Sendo que nove arquitetos se consideram aptos a arranjar as paredes de modo a distribuir corretamente as tensões, e oito dizem saber distribuir as paredes de modo a conferir estabilidade à edificação. Sendo que a amarração das paredes é detalhado por oito dos arquitetos entrevistados.

A preocupação com o vento é acusada por três dos entrevistados, que consultam a NBR 6123.

A simetria é um recurso de projeto utilizado por oito dos arquitetos questionados. O restante compensa a falta de simetria arranjando as paredes de forma que minimize a excentricidade.

### 5.5.6. Partido arquitetônico/Construtibilidade

A concentração de ambientes úmidos é uma preocupação apresentada por todos arquitetos questionados, porém a metade relata que nem sempre é possível realizar este procedimento.

A localização das prumadas também é bastante considerada no momento da concepção dos projetos, sendo que cinco entrevistados seguem recomendações do projetista estrutural, três seguem recomendações do projetista hidráulico, e dois buscam orientação do projetista elétrico.

Nas interfaces entre as alvenarias e as tubulações hidráulicas, nove dos arquitetos preferem utilizar *shafts*, do que usar blocos especiais ou recortes. Porém quando há necessidade de recortes em blocos, três arquitetos questionados representam graficamente os locais onde os blocos serão recortados.

### 5.5.7. Compatibilização de projetos

Como facilitador da tarefa de compatibilização entre o projeto arquitetônico e os demais projetos tem-se o fato de que cinco dos arquitetos elaboram o projeto hidráulico, três o elétrico, e um elabora o preventivo de incêndio e telefone, e curiosamente um

arquiteto entrevistado faz projetos estruturais. A habilidade de elaborar diversos projetos é positiva, pois faz com que diminuam as divergências entre os mesmos.

As reuniões são apontadas por sete dos arquitetos como o principal mecanismo para a troca das informações, dois utilizam memoriais descritivos para transmitir as informações entre os projetistas, dois passam as informações via fax, e dois consultam os projetos dos parceiros.

Os arquitetos foram unânimes em afirmar que o responsável pela coordenação das informações deveria ser o arquiteto. Por outro lado nota-se que esta função ainda não está sendo exercida na prática. O projeto de formas por exemplo, não é elaborado por nenhum dos arquitetos, e este deveria ser enviado à obra juntamente com o projeto de alvenaria para aferir maior construtibilidade a execução. Os motivos alegados para a não confecção dos projetos de formas para seis dos entrevistados foi o entendimento de que esta função é do calculista. Dois arquitetos não elaboram estes projetos porque acreditam que não é sua atribuição, e dois não o fazem porque o contratante não solicita.

A estreita ligação que deve existir entre o arquiteto e o calculista, se faz presente para todos arquitetos entrevistados, que sempre consultam o calculista para lançar as paredes em seus projetos, projetam as dimensões das lajes após consulta a este profissional.

#### *5.5.8. Modulação*

Todos arquitetos consultados utilizam modulação em seus projetos em plantas baixas, oito adotam em elevações.

O módulo adotado por seis dos arquitetos é o de 20 cm, e o restante utiliza o de 15cm. Quando existem problemas com as dimensões e os módulos adotados, os arquitetos ajustam as dimensões dos compartimentos com elementos especiais, por vezes denominados de "bolachas", "pastilhas", etc. Porém não são todos que detalham estes ajustes, entre os entrevistados seis o fazem, especificando estes elementos em componentes pré-moldados.

### 5.5.9. Detalhamento

Apesar dos recursos computacionais que os arquitetos entrevistados possuem, os detalhes ainda são representados planimetricamente por quatro deles, altimetricamente por cinco, e somente um dos entrevistados elabora detalhes em 3D.

Os detalhes que os arquitetos apresentam em seus projetos estão relacionados na tabela abaixo.

Detalhes apresentados	Quantidade de arquitetos
Vergas	8
O posicionamento de aduelas de portas	5
Shafts	4
Embutimento de tubulações	4
Respaldo	4
Escadas	3
Pingadeiras	3
Amarração das paredes	3
Rebaixamento de lajes	3
Colocação de gabaritos para as esquadrias	3
Aumento da espessura de revestimento para passagem de tubulações	1

**Figura 5.51.** - Detalhes elaborados

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÕES & SUGESTÕES**

#### **6.1. Considerações preliminares**

No desenvolvimento do presente trabalho procurou-se inicialmente através da revisão bibliográfica e do estudo exploratório sistematizar conceitos que geram as ações gerenciais e informações técnicas necessárias aos arquitetos para conceber e desenvolver projetos para alvenaria estrutural.

Durante o estudo exploratório, confirmou-se a necessidade da implementação da fase de projeto, recomendada pela literatura, e que foi percebido durante contato com engenheiros e consultores que trabalhavam com projetos adaptados. Estes insistiam em afirmar que o sistema apresenta vantagens, porém é limitado.

A experiência adquirida em projetos de alvenaria estrutural obtida em cursos, palestras e no estágio indicou que a metodologia para estes projetos deve ser especial.

#### **6.2. Caminhos para a alvenaria estrutural**

A alvenaria estrutural já é entendida por uma ampla faixa de empreendedores como um sistema construtivo que além de facilitar as operações de execução pode dar um ritmo mais acelerado a execução e conseqüente diminuição de custos. Com certeza é um sistema construtivo, que se aplicado corretamente, tem plenas condições de auxiliar no suprimento das deficiências apresentadas no sub-setor das edificações dentro da construção civil.

A idéia de que o referido sistema é restritivo, e que se presta à confecção de edificações simples e sem arrojado plástico está mudando. Como foi visto no capítulo 2, no Brasil já existem obras construídas em alturas elevadas e riqueza de fachadas. Porém a utilização da alvenaria estrutural ainda não se encontra no mesmo nível dos Estados Unidos e Europa, entende-se que a ampliação de mercado para este sistema no país deve iniciar pela melhoria da fase de projeto arquitetônico.

A obra de Eládio Dieste demonstra que se o arquiteto possui habilidades, como um profundo conhecimento sobre o comportamento estrutural da alvenaria somado à criatividade e ousadia, este poderá então projetar uma obra com alto grau de expressividade.

O uso do material aparente também estabelece um modo diversificado de trabalhar a alvenaria, tirando partido da cor, textura e formas dos blocos ou tijolos. Esta técnica pressupõe um conhecimento aprofundado das propriedades dos componentes e uma perfeita compatibilização de projetos, para que as interfaces entre os diversos sistemas e instalações resultem em soluções com construtibilidade, e esteticamente coerentes.

Detalhes arquitetônicos simples como a mudança da posição do bloco nas fiadas pode gerar detalhes interessantes como os apresentados no Capítulo 2. A utilização de blocos coloridos usados também podem fornecer à edificação riqueza estética.

A flexibilidade de uso, que é uma característica desejável nas edificações por parte do mercado atual de consumidores, pode ser alcançada igualmente em alvenaria estrutural. Esta depende bem mais do estudo da produção de espaços por parte do arquiteto do que a alvenaria estrutural em si. A estratégia de projetar tais espaços em alvenaria estrutural pode ser alcançada mediante uma boa distribuição de paredes de vedação e estruturais entre outras alternativas anteriormente descritas.

### 6.3. Fatores que geram projetos deficientes

A revisão da literatura evidenciou a necessidade de valorização da etapa de projetos e que esta atividade deve ser exercida por profissionais habilitados.

A desvalorização da etapa de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural é desencadeada desde o momento em que o construtor ou empreendedor contrata o arquiteto para desenvolver esta etapa. A grande maioria dos entrevistados validou esta assertiva, ao responder que são contratados para adaptar um projeto desenvolvido para ser construído em sistema tradicional. Esta prática tem se mostrado bastante corriqueira e demonstra que o projeto é tratado dentro do ciclo produtivo, como um simples desenho sem maiores implicações, sendo negligenciada a forte influência que o projeto exercer no custo final do empreendimento.

O modo como o exercício profissional do arquiteto evoluiu desde seu aparecimento até os dias de hoje, fez com que este perdesse suas habilidades em

engenharia, criando para o arquiteto uma grande dependência do auxílio do engenheiro para viabilizar seus projetos. Porém esta forma de trabalho estreita entre estes profissionais nem sempre é observada contribuindo para a concepção de projetos deficientes.

Então a melhoria destes projetos em alvenaria estrutural deve ser buscada com nova postura gerencial, no que diz respeito a compatibilização de projetos e no aumento do conhecimento por parte dos arquitetos principalmente em processos construtivos e comportamento estrutural das alvenarias.

A habilidade em desenvolver projetos para alvenaria estrutural com alto desempenho, além de contribuir para a melhoria do sistema permite também ao arquiteto destacar-se perante à concorrência oferecendo aos consumidores diferenciação de processo e produto.

#### 6.4. A gestão e a eficiência de projetos

Na revisão da literatura constatou-se que a atividade de projeto é um processo passível de ser gerenciado, objetivando-se a otimização dos recursos disponíveis e obtenção de qualidade nos projetos. Porém a investigação nos escritórios mostrou que para a maioria dos arquitetos entrevistados, a implantação de sistema de gestão de qualidade, não conferiu ao processo de projeto sistematização, transparência e otimização dos recursos.

A primeira constatação é que estes arquitetos ainda vêem o projeto como um produto, pois os preceitos gerenciais foram canalizados basicamente para as questões relativas à representação gráfica em desenhos. Na elaboração destes desenhos estes arquitetos têm preocupação em que sejam de fácil leitura, manuseio e arquivamento, conforme foi descrito no Capítulo 4, item 4.4.4..

Outros documentos informativos que podem auxiliar na transmissão de informações aos demais componentes da cadeia produtiva são pouco utilizados.

A qualidade do projeto é fruto da clara descrição de como a edificação será produzida, e é atingida quando além do profissional possuir capacitação técnica, este seja capaz de conferir ao processo de projeto um elevado enfoque multidisciplinar.

A padronização das informações é realizada no material gráfico confeccionado pelos arquitetos em relação à apresentação, porém a padronização dos passos a serem

dados durante o processo ou mapeamento do processo e padronização de detalhes construtivos é uma prática pouco usada.

A divisão do projeto em etapas é um procedimento que tradicionalmente os arquitetos utilizam, porém falta utilizar estas etapas como base de uma sistematização de informações.

O briefing que é uma etapa importante no processo de projeto, por conter as informações que nortearão o desenvolvimento do projeto, na prática denota-se a falta de mecanismos formais como o uso de questionários e pesquisa mercadológica para a apreensão e cadastramento das exigências dos clientes.

A compatibilização de projetos que é etapa fundamental na elaboração de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural, é realizado por todos arquitetos entrevistados. Porém somente um dos questionados disponibiliza seus recursos computacionais nesta etapa, revelando que os arquitetos não utilizam a informática como um instrumento facilitador e eficiente na elaboração desta etapa.

Em relação ao detalhamento foi observado que esta é uma etapa que todos arquitetos entrevistados executam, mas os detalhes recomendados pela bibliografia consultada, principalmente das interfaces entre os principais sub-sistemas.

A transmissão da cultura das empresas via projeto é uma prática ainda em fase inicial, pois poucas são as empresas contratantes que solicitam esta característica do projeto no momento da contratação dos arquitetos. Entre os entrevistados constatou-se que os contratos servem bem mais para regular a prestação de serviços, do que funcionar como um documento que estabelece o desempenho esperado da edificação.

A informática apesar de estar incorporada a todos arquitetos entrevistados como ferramenta de desenho, porém ainda não é explorada como um instrumento de sistematização, padronização e compatibilização das informações. A recomendação da literatura de que o computador pode ser utilizado para disponibilizar informações em tempo real é uma realidade distante para estes arquitetos.

A utilização e confecção de manuais de registro de informações é uma prática incipiente nestes escritórios. Esta constatação reforça que a sistematização e transmissão das informações internas e externas dos escritórios não são manuseadas de modo efetivo, contribuindo para a perda de qualidade do processo de projeto em termos de seu conteúdo. A retroalimentação de processo, por exemplo, é bastante prejudicada, dificultando ao arquiteto a assimilação do conteúdo técnico e aumentando o tempo de elaboração destes projetos.

O controle das etapas de projeto realizado por agentes externos ao processo é uma prática que vem sendo aceita pelos arquitetos entrevistados, que se mostraram favoráveis e receptivos. O que se espera deste controlador é que tenha conhecimento técnico suficiente para agregar valor ao projeto.

### 6.5. O conhecimento técnico

A transferência de tecnologia no processo de projeto tem uma estreita ligação com uma ação gerencial formalizada e sistematizada. Como foi visto anteriormente nos escritórios visitados, esta ação se mostrou falha, e refletiu na formação do conhecimento em alvenaria estrutural para os arquitetos.

Em alvenaria estrutural o conhecimento a respeito do comportamento estrutural das paredes é o alicerce para o lançamento do partido arquitetônico. Os arquitetos entrevistados disseram possuir tais conhecimentos, porém contraditoriamente, afirmam que o sistema é arquitetonicamente restritivo, o que não é verdade. Apesar do sistema ter condicionantes estruturais, estes não são limitadores formais, como acreditam estes arquitetos.

Entre os conceitos abordados, o mais utilizado pelos os arquitetos no momento de concepção dos projetos é a modulação. A preocupação com a racionalização e construtibilidade dos projetos não foi verificada, pois como já foi descrito, os arquitetos estão mais preocupados em resolver o projeto enquanto representação gráfica, abstraindo quase que totalmente as implicações do projeto no processo construtivo.

O desinteresse pelo processo construtivo revela-se também nas questões relativas aos detalhes produzidos, as quais apontam para o detalhamento de vergas como sendo o detalhe que mais preocupa os arquitetos em detrimento de outros tantos que sequer são pensados.

O conhecimento das propriedades dos blocos mostrou-se bastante superficial, pois apesar dos arquitetos terem afirmado sua participação no processo de escolha do bloco a ser utilizado no empreendimento, na realidade estes utilizam tais blocos por imposição do empreendedor, que por sua vez faz a escolha por razões econômicas e não técnicas.

## 6.6. Considerações finais

Os arquitetos não demonstram maior interesse em conhecer profundamente a alvenaria estrutural, principalmente por que sua participação no planejamento da edificação durante as fases preliminares ainda se efetiva de modo insuficiente. A decisão pelo uso deste sistema, em poucos casos foi iniciativa do arquiteto; na maioria dos casos foi por imposição das construtoras ou incorporadoras.

Como ele recebe as características da edificação prontas do empreendedor, que também não se preocupa em solicitar ao arquitetos os projetos para produção, o processo de projeto é realizado de maneira deficitária.

Como a alvenaria estrutural não está sendo pensada pelo arquitetos questionados, como um sistema construtivo que exige uma concepção e desenvolvimento de projeto diferenciado, o produto final apresenta um desempenho questionável, bem aquém do produto que poder-se-ia gerar com um projeto com alta qualidade dentro dos aspectos revisados.

Por outro lado, os arquitetos que descobriram a alvenaria estrutural por iniciativa própria, têm maior interesse em participar de cursos, e manter-se atualizados, mostrando maior disposição a descobrir as potencialidades do sistema, ao passo que os demais tem uma forte tendência a considerar o sistema restritivo.

## 6.7. Sugestões para trabalhos futuros

- A partir dos conceitos colocados e análise nos escritórios faz-se necessário verificar as repercussões, nas obras, dos projetos elaborados no escritórios, fazendo-se um levantamento minucioso das implicações da qualidade dos projetos no processo de construção. Seria também importante identificar as patologias, retrabalhos e quebra de ritmo de trabalho propiciadas pelos projetos, bem como benefícios trazidos pelos projetos a rotina de execução.

- Visto a necessidade e importância do *feed-back* no processo de projeto é aconselhável utilizar a avaliação pós-ocupação de prédios construídos em alvenaria estrutural, para criar um banco de dados relativos ao desempenho obtido por estes projetos.
- Poder-se-ia aprofundar à questão de flexibilidade de projetos arquitetônicos em alvenaria estrutural verificando a legitimidade econômica das possibilidades encontradas na literatura.
- O estudo de formas diferenciadas de blocos, para pingadeiras, arcos, capeamento, etc. tomando como referência modelos usados na Europa e Estados Unidos, pode também ser incrementado para contribuir com uma família de blocos especiais de acabamento e enriquecimento estético.

**ANEXOS**

## Anexo 1 - Principais atividades do estudo exploratório

<b>Evento/data/local</b>	<b>Palestrante</b>	<b>Assunto</b>
<b>Seminário de Alvenaria Estrutural</b> <b>ENTAC/Florianópolis</b> <b>27/04/98</b>	Engenheiro Edgar Más -	"Certificação de produtos e serviços".
	Engenheiro João Kerber Diretor da RKS - Engenharia de Estruturas -Florianópolis	"Projeto de alvenaria estrutural".
	Engenheiro e Consultor Márcio Farias	"Problemas da implantação de processos".
<b>Congresso de Alvenaria Estrutural,</b> <b>FIESC/Florianópolis</b> <b>15 de abril de 1997</b>	Engenheiro e Consultor Márcio Farias	"Implantação do processo e capacitação da mão-de-obra"
	Engenheiro e Prof. Humberto Ramos Roman	"Redução de custos com o uso do sistema construtivo alvenaria estrutural."
<b>UFSC/Florianópolis</b>	Engenheiro e Prof.: Nelson Gomes	Reunião com mestrandos
<b>UFSC/Florianópolis</b> <b>Palestra</b> <b>07/08/97</b>	Professor Sérgio Sheer Professor UFPR	"Integração de processos na Indústria da construção".
<b>UFSC/Florianópolis</b> <b>Março de 97</b>	Engenheiro e Consultor Márcio Farias Engenheiro e Prof. Humberto Ramos Roman Arquitetos : Julio Magalhães e Prof. Hugo Lucini	Curso de alvenaria estrutural para arquitetos
<b>Almoço e mesa redonda</b> <b>FIERGS</b> <b>21/8/98</b>	Engenheiro Roberto Risaliti Prato - Itália	"A realidade da Alvenaria Estrutural com blocos cerâmicos na Europa".

## Anexo 2 - Questionário

### DADOS DA EMPRESA:

1. Nome do escritório: .....
2. Contato.....  
Função.....
3. Data:.....

### IDENTIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO PROCESSO:

<b>Número de funcionários de seu escritório:</b>				
<input type="checkbox"/> de 1 a 5	<input type="checkbox"/> de 10 a 15	<input type="checkbox"/> de 15 a 20	<input type="checkbox"/> mais de 20	<input type="checkbox"/> de 5 a 10
<b>Atividade principal:</b>				
<input type="checkbox"/> somente projeto	<input type="checkbox"/> projeto e execução	<input type="checkbox"/> outras atividades		
<b>Tempo de funcionamento:</b>				
<input type="checkbox"/> até 5 anos	<input type="checkbox"/> de 6 a 10 anos	<input type="checkbox"/> de 11 a 20 anos	<input type="checkbox"/> de 21 a 30 anos	<input type="checkbox"/> mais de 30 anos
<b>Tipos de projetos desenvolvidos?</b>				
<input type="checkbox"/> residencial	<input type="checkbox"/> comercial	<input type="checkbox"/> institucional	<input type="checkbox"/> outro:.....	
<b>Área projetada em 1998:</b>				
<input type="checkbox"/> até 5.000m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> de 6.000 a 10.000m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> de 10.000 a 20.000m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> de 20.000 a 50.000m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> mais de 50.000 m <sup>2</sup>

### GESTÃO DA QUALIDADE (conceito de projeto, desempenho, etapas)

<b>Na sua opinião o projeto deve atender:</b>							
<input type="checkbox"/> principalmente os requisitos do processo construtivo	<input type="checkbox"/> principalmente os requisitos do cliente final	<input type="checkbox"/> deve atender aos requisitos conceituais do arquiteto	<input type="checkbox"/> tanto a construção como o usuário	<input type="checkbox"/> outros.....			
<b>Você tem contato com os proprietários do empreendimento?</b>							
<input type="checkbox"/> em todos projetos		<input type="checkbox"/> em alguns projetos		<input type="checkbox"/> em nenhum projeto			
<b>Os requisitos destes clientes são obtidos</b>							
<input type="checkbox"/> pelo seu escritório			<input type="checkbox"/> pelos responsáveis pela construção				
<b>De que forma são obtidos:</b>							
<input type="checkbox"/> entrevistas informais	<input type="checkbox"/> aplicação de questionários	<input type="checkbox"/> o cliente apresenta uma listagem de suas necessidades	<input type="checkbox"/> outros.....				
<b>Você tem contato com o cliente (usuário final) no desenvolvimento de um projeto?</b>							
<input type="checkbox"/> em todos projetos		<input type="checkbox"/> em alguns projetos		<input type="checkbox"/> em nenhum projeto			
<b>Em quais etapas é feito o contato com o usuário final, quais etapas é feito o contato com os responsáveis pela construção, e quais etapas e feita o controle do processo de projeto?</b>							
ETAPAS	contato c/ usuário	Contato c/ resp. obra	controle	ETAPAS	contato c/ usuário	Contato c/ resp. obra	controle
<input type="checkbox"/> levantamento de dados				<input type="checkbox"/> projeto básico			
<input type="checkbox"/> briefing				<input type="checkbox"/> projeto executivo			
<input type="checkbox"/> estudo de viabilidades				<input type="checkbox"/> detalhamento executivo			
<input type="checkbox"/> estudo preliminar				<input type="checkbox"/> caderno de especificações			
<input type="checkbox"/> anteprojecto				<input type="checkbox"/> coordenação de projetos			
<input type="checkbox"/> projeto legal				<input type="checkbox"/> assistência à execução			
<input type="checkbox"/> projeto pré-executivo				<input type="checkbox"/> projeto <i>as built</i>			
<b>Você elabora um fluxograma com estas etapas?</b>							
<input type="checkbox"/> sim				<input type="checkbox"/> não			
<b>O projeto é entregue à construtora de forma integral, ou de acordo com a finalização de cada etapa?</b>							
<input type="checkbox"/> de forma integral		<input type="checkbox"/> por etapas			<input type="checkbox"/> outro.....		
<b>Existe uma preocupação com a formalização destas etapas do processo de projeto?</b>							
<input type="checkbox"/> sim				<input type="checkbox"/> não			
<b>Em caso de ser entregue por etapas, quem é a pessoa responsável pelo recebimento deste?</b>							
<input type="checkbox"/> consultor especializado		<input type="checkbox"/> um representante do empreendedor		<input type="checkbox"/> pelo engenheiro responsável pela obra		<input type="checkbox"/> outro.....	
<b>As necessidades dos clientes(usuário final) são levantadas pelo escritório de arquitetura?</b>							
<input type="checkbox"/> sim				<input type="checkbox"/> não			
<b>Em caso positivo, é elaborado através de:</b>							

<input type="checkbox"/> entrevistas informais	<input type="checkbox"/> aplicação de questionário ou <i>check-list padronizados</i>	<input type="checkbox"/> o cliente apresenta uma listagem de suas necessidades	<input type="checkbox"/> outro.....
<b>Em caso negativo, o briefing é elaborado por.....</b>			
<input type="checkbox"/> pelo representante do empreendedor		<input type="checkbox"/> pelo engenheiro responsável pela obra	
<input type="checkbox"/> pelo representante do empreendedor		<input type="checkbox"/> pelo engenheiro responsável pela obra	
<b>A empresa implantou ou está implantando um sistema de gestão da qualidade de seus processos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso positivo, por iniciativa ou solicitação de quem?</b>			
<input type="checkbox"/> do próprio escritório		<input type="checkbox"/> solicitação das empresas parceiras	
<input type="checkbox"/> do próprio escritório		<input type="checkbox"/> solicitação das empresas parceiras	
<b>Quem foi o responsável por esta implantação?</b>			
<input type="checkbox"/> foi implantado por algum técnico da sua empresa		<input type="checkbox"/> foi implantado por um consultor	
<input type="checkbox"/> foi implantado por algum técnico da sua empresa		<input type="checkbox"/> foi implantado por um técnico de uma empresa parceira	
<input type="checkbox"/> outro.....			
<b>Esta implantação se deu por:</b>			
<input type="checkbox"/> necessidade de organização		<input type="checkbox"/> busca de certificação ISO	
<input type="checkbox"/> necessidade de organização		<input type="checkbox"/> para ajudar na busca de qualidade do processo de projeto e do projeto como produto	
<input type="checkbox"/> necessidade de organização		<input type="checkbox"/> para ajudar na busca de qualidade do processo de projeto e do projeto como produto	
<input type="checkbox"/> outro			
<b>Ocorreu um aumento de custos com a implantação de um método de gestão?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Houve alguma perturbação no sistema organizacional da Empresa?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>As repercussões das medidas adotadas foram:</b>			
<input type="checkbox"/> positivas		<input type="checkbox"/> negativas?	
<b>Por que? .....</b>			

### GESTÃO DA QUALIDADE (gerenciamento da produção de informações, padronização das informações)

<b>A empresa construtora que contrata seus projetos estabelece que documentos devem ser entregues?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você obedece plenamente esta documentação exigida no contrato ou apresenta mais elementos do que o solicitado?</b>			
<input type="checkbox"/> faz apenas o solicitado		<input type="checkbox"/> apresenta mais elementos	
<b>Em caso negativo, por que o faz?</b>			
<input type="checkbox"/> por considerar a documentação exigida insuficiente para perfeita execução		<input type="checkbox"/> como estratégia de diferenciação de projeto	
<input type="checkbox"/> por considerar a documentação exigida insuficiente para perfeita execução		<input type="checkbox"/> por considerar que a remuneração comporta este procedimento	
<input type="checkbox"/> por considerar a documentação exigida insuficiente para perfeita execução		<input type="checkbox"/> por considerar que a remuneração comporta este procedimento	
<input type="checkbox"/> por considerar a documentação exigida insuficiente para perfeita execução		<input type="checkbox"/> você sempre elabora seus projetos de forma ampla independente dos contratos	
<b>A empresa contratante de seus serviços tem um manual de procedimentos construtivos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso positivo, você possui uma cópia?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>A empresa contratante exige padronização na forma de apresentação das informações</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso positivo, é solicitado aos diferentes projetistas utilizarem a mesma representação gráfica?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Assinale quais dos documentos abaixo você utiliza durante o desenvolvimento dos seus projetos:</b>			
<input type="checkbox"/> documento informativo		<input type="checkbox"/> cronograma geral	
<input type="checkbox"/> documento informativo		<input type="checkbox"/> cronograma de etapas	
<input type="checkbox"/> documento informativo		<input type="checkbox"/> registro de padrões (acabamentos, equipamentos,)	
<input type="checkbox"/> ficha técnica		<input type="checkbox"/> diário de gestão de projetos - (memória do processo)	
<input type="checkbox"/> ficha técnica		<input type="checkbox"/> lista de verificações de projeto (✓ organização e programação das definições)	
<input type="checkbox"/> ficha técnica		<input type="checkbox"/> outro:.....	
<input type="checkbox"/> ficha técnica		<input type="checkbox"/> outro:.....	
<input type="checkbox"/> ficha técnica		<input type="checkbox"/> outro:.....	
<b>É prática do escritório elaborar manuais de utilização para o usuário?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Entre os documentos que você entrega à obra estão:</b>			
<input type="checkbox"/> memorial descritivo		<input type="checkbox"/> planta baixa da 2ª fiada	
<input type="checkbox"/> memorial descritivo		<input type="checkbox"/> planta baixa da 1ª fiada	
<input type="checkbox"/> caderno de detalhes		<input type="checkbox"/> elevações das principais paredes	
<input type="checkbox"/> caderno de detalhes		<input type="checkbox"/> elevações de todas as paredes	
<input type="checkbox"/> planta baixa geral		<input type="checkbox"/> projetos de instalações	
<input type="checkbox"/> planta baixa geral		<input type="checkbox"/> outro:.....	
<b>Que escalas você utiliza nestes documentos quando os remete à obra:</b>			
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> elevações	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> Escala:	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> Escala:	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> caderno de detalhes	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> Escala:	
<b>Que formato de papel você utiliza nestes documentos quando os remete à obra:</b>			
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> elevações	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> formato:	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> formato:	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> caderno de detalhes	
<input type="checkbox"/> planta baixa das 1ªs fiadas		<input type="checkbox"/> formato:	
<b>Em quais etapas a empresa divide o processo de projeto e indique qual programa computacional utiliza p/ cada etapa:</b>			
<b>ETAPA</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>ETAPA(</b>	<b>PROGRAMA</b>
<input type="checkbox"/> levantamento de dados		<input type="checkbox"/> assistência à execução	

<input type="checkbox"/> estudo de viabilidades		<input type="checkbox"/> projeto básico	
<input type="checkbox"/> briefing		<input type="checkbox"/> projeto executivo	
<input type="checkbox"/> estudo preliminar		<input type="checkbox"/> detalhamento executivo	
<input type="checkbox"/> anteprojeto		<input type="checkbox"/> caderno de especificações	
<input type="checkbox"/> projeto legal		<input type="checkbox"/> coordenação de projetos..	
<input type="checkbox"/> projeto pré-executivo		<input type="checkbox"/> outro:.....	

### GESTÃO DA QUALIDADE (sistema de informações, contrato):

<b>Relação do escritório com os responsáveis pela obra:</b>			
<input type="checkbox"/> departamento dentro da empresa construtora	<input type="checkbox"/> empresas ligadas entre si	<input type="checkbox"/> empresa independente	<input type="checkbox"/> outro:.....
<b>Em caso de empresa independente ou ligadas entre si, existe contrato formal entre as partes?</b>			
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não			
<b>Neste contrato estão definidas:</b>			
<input type="checkbox"/> claramente a performance pretendida do projeto	<input type="checkbox"/> apresenta a documentação que deve compor todo o projeto	<input type="checkbox"/> claramente as etapas de entrega	
<input type="checkbox"/> as atribuições do arquiteto	<input type="checkbox"/> os custos do projeto	<input type="checkbox"/> outro	
<b>Em caso de empresa independente, a contratação de seus projetos são feitos</b>			
<input type="checkbox"/> com a construtora <input type="checkbox"/> com o empreendedor <input type="checkbox"/> outro:.....			
<b>A(s) empresa(s) construtora(s) que contratam seus projetos, o fazem por:</b>			
<input type="checkbox"/> indicação	<input type="checkbox"/> pela parceria advinda de projetos convencionais	<input type="checkbox"/> pela sua experiência na prática de projetos em Alvenaria Estrutural	<input type="checkbox"/> outros:.....
<b>A empresa construtora que contrata seus projetos, mantém uma relação profissional há quantos empreendimentos?.....</b>			
<b>Os demais projetistas, dos projetos complementares dos empreendimentos:</b>			
<input type="checkbox"/> São sempre os mesmos <input type="checkbox"/> variam de acordo com as características do empreendimento			

### GESTÃO DA QUALIDADE (controle e avaliação e feed-back do projeto)

<b>Você considera o julgamento do cliente (usuário final), como instrumento de feed-back de seus projetos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não			
<b>Como você obtém estas informações?</b>			
<input type="checkbox"/> entrevistas formais com usuários	<input type="checkbox"/> entrevistas formais com usuários	<input type="checkbox"/> informações passadas por terceiros	<input type="checkbox"/> outro.....
<b>Você visita a obra com que frequência?:</b>			
<input type="checkbox"/> nunca	<input type="checkbox"/> no início	<input type="checkbox"/> de forma esporádica	
<input type="checkbox"/> durante todos os serviços (implantação, fundações, acabamentos, etc.)	<input type="checkbox"/> na entrega do empreendimento	<input type="checkbox"/> outro.....	
<b>Qual a finalidade destas visitas?</b>			
<input type="checkbox"/> para documentar alterações feitas pela equipe de execução	<input type="checkbox"/> por curiosidade	<input type="checkbox"/> para verificar conformidades	<input type="checkbox"/> para resolver dúvidas da equipe de execução
<input type="checkbox"/> o contrato exige visitas	<input type="checkbox"/> outros:.....		
<b>Quando você visita a obra:</b>			
<input type="checkbox"/> vai munido de uma lista de itens de verificação e controle	<input type="checkbox"/> fotografa as alterações	<input type="checkbox"/> outro.....	
<b>É feito algum tipo de controle do desenvolvimento de seus projetos por parte do contratante?</b>			
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não			
<b>Este controle divide-se em:</b>			
<input type="checkbox"/> revisão	<input type="checkbox"/> aprovação	<input type="checkbox"/> distribuição	<input type="checkbox"/> análise crítica
<b>Quem faz?</b>			
<input type="checkbox"/> um consultor especializado	<input type="checkbox"/> o representante ou o próprio empreendedor	<input type="checkbox"/> o engenheiro responsável pela obra	<input type="checkbox"/> outro:.....
<b>Em caso de necessidade de alterações de projetos, após a análise do controlador, estas são</b>			
<input type="checkbox"/> amplamente discutidas	<input type="checkbox"/> não são alteradas	<input type="checkbox"/> prontamente executadas	<input type="checkbox"/> outro:.....
<b>É solicitada sua aprovação quando a obra deseja fazer alguma alteração no projeto?:</b>			
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não			
<b>Quando alterações de projeto são feitas na obra, como estas alterações chegam em seu escritório:</b>			

<input type="checkbox"/> não são repassadas	<input type="checkbox"/> via fax ou outra forma escrita	<input type="checkbox"/> via telefone	<input type="checkbox"/> outro:.....
<b>Você possui um banco de dados resolvidos com êxito em outros empreendimentos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você considera o controle da etapa de projetos:</b>			
<input type="checkbox"/> desnecessário	<input type="checkbox"/> indispensável	<input type="checkbox"/> dispensável	<input type="checkbox"/> necessário
<input type="checkbox"/> uma forma de policiamento			
<input type="checkbox"/> outros.....			
<b>Este procedimento pode ser descrito como:</b>			
<input type="checkbox"/> uma forma de policiamento	<input type="checkbox"/> um inibidor da capacidade criativa do arquiteto	<input type="checkbox"/> uma ferramenta de melhoria de projetos	<input type="checkbox"/> outro:.....

**ALVENARIA ESTRUTURAL (transferência de tecnologia, normatização)**

<b>Você conhece os projetos de seus concorrentes?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você conhece projetos de arquitetos nacionais ou internacionais que tenha seu trabalho em Alvenaria estrutural consolidado?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<input type="checkbox"/> quem?.....			
<b>Alguma legislação interfere no desempenho de seu projeto? Em caso positivo, cite qual, e de que forma?</b>			
<input type="checkbox"/> plano diretor	<input type="checkbox"/> proj. preventivo incêndio	<input type="checkbox"/> código de obras	<input type="checkbox"/> outro
Como?.....	Como?.....	Como?.....	Como?.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
<b>Você prefere elaborar projetos:</b>			
<input type="checkbox"/> para sistemas convencionais		<input type="checkbox"/> em Alvenaria estrutural	
<input type="checkbox"/> indiferente			
<b>Para sistemas convencionais de construção por que?</b>			
<input type="checkbox"/> tem mais experiência		<input type="checkbox"/> gosta mais	
<input type="checkbox"/> não é necessário tanto detalhamento			
<input type="checkbox"/> o tempo de elaboração é menor		<input type="checkbox"/> acha mais fácil a elaboração	
<input type="checkbox"/> a representação gráfica é simples			
<input type="checkbox"/> outro: .....			
<b>Para construções em Alvenaria Estrutural por que?</b>			
<input type="checkbox"/> por considerá-los mais completos	<input type="checkbox"/> é mais simples sua representação gráfica	<input type="checkbox"/> gosta mais	<input type="checkbox"/> o tempo de elaboração é menor
<input type="checkbox"/> considera mais fácil a elaboração	<input type="checkbox"/> pela facilidade de compatibilização com os demais projetos	<input type="checkbox"/> por ser novidade	<input type="checkbox"/> pela facilidade de adoção de medidas de racionalização
<input type="checkbox"/> como uma estratégia de fornecer um serviço e produto diferenciado	<input type="checkbox"/> por acreditar que este sistema construtivo é mais eficaz	<input type="checkbox"/> outro.....	
<b>Seu primeiro projeto em Alvenaria Estrutural:</b>			
<input type="checkbox"/> você o concebeu desde o princípio para ser executado neste sistema		<input type="checkbox"/> você adaptou um projeto pronto	
<input type="checkbox"/> outro:.....			
<b>Os demais projetos elaborados para Alvenaria Estrutural você :</b>			
<input type="checkbox"/> utiliza uma metodologia de elaboração diferenciada		<input type="checkbox"/> utiliza os mesmos procedimentos aos empregados em projetos convencionais	
<input type="checkbox"/> adapta após sua elaboração		<input type="checkbox"/> outro.....	
<b>Para elaborar e desenvolver projetos em Alvenaria Estrutural você:</b>			
<input type="checkbox"/> fez um curso		<input type="checkbox"/> busca informações em obras e/ou construtoras que utilizam este sistema	
<input type="checkbox"/> iniciou adaptando projetos a pedido das construtoras		<input type="checkbox"/> busca material em material bibliográfico	
<input type="checkbox"/> utiliza algum processo ou recomendações (manual) elaborado por alguma empresa construtora ou fábrica de blocos			
<b>No caso de seguir recomendações (ou manual) de qual empresa?.</b>			
<input type="checkbox"/> fábrica de blocos cerâmico		<input type="checkbox"/> fábrica de blocos de concreto	
<input type="checkbox"/> construtora		<input type="checkbox"/> outro.....	
<b>No caso de você não ter feito curso, não o fez por quê?</b>			
<input type="checkbox"/> considera desnecessário		<input type="checkbox"/> não há cursos destes tipo oferecidos em sua cidade	
<input type="checkbox"/> não possui disponibilidade de tempo			
<input type="checkbox"/> outro.....			
<b>Você tem contato com os fornecedores dos componentes da alvenaria?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	

<b>Quem é responsável pela especificações dos blocos e demais componentes?</b>			
<input type="checkbox"/> é responsabilidade do calculista	<input type="checkbox"/> é responsabilidade do eng. Responsável pela obra	<input type="checkbox"/> é responsabilidade do empreendedor	<input type="checkbox"/> a especificação destes elementos é feita em conjunto
<input type="checkbox"/> outro:.....			
<b>O critério de escolha do tipo de bloco (cerâmico/concreto) é determinado por quais fatores:</b>			
<input type="checkbox"/> custo da unidade	<input type="checkbox"/> aparência(cor, textura)	<input type="checkbox"/> isolamento acústico	<input type="checkbox"/> isolamento térmico
<input type="checkbox"/> baixa higroscopicidade	<input type="checkbox"/> resistência mais elevada	<input type="checkbox"/> proximidade da fábrica	<input type="checkbox"/> indiferente
<input type="checkbox"/> pelo processo construtivo respectivo		<input type="checkbox"/> sim	
<b>O bloco que você utiliza em seus projetos:</b>			
<input type="checkbox"/> é previamente escolhido pelo empreendedor	<input type="checkbox"/> é previamente escolhido pelo eng. Responsável pela obra	<input type="checkbox"/> é escolhido pelo empreendedor no decorrer do processo	<input type="checkbox"/> é escolhido por você em conjunto com os demais participantes do processo
<b>Você sabe o peso aproximado dos blocos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>E dos demais componentes pré-fabricados do processo ?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Qual dos projetos de produção abaixo relacionados você elabora:</b>			
<input type="checkbox"/> formas	<input type="checkbox"/> alvenarias	<input type="checkbox"/> impermeabilizações	<input type="checkbox"/> revestimentos

### ALVENARIA ESTRUTURAL - conhecimento do comportamento estrutural /noções de flexibilização

<b>Na sua opinião a alvenaria estrutural é um sistema construtivo estruturalmente restritivo:</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Você acha que este sistema pode ser flexibilizado</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Em caso positivo, você considera que depende de quais fatores?</b>				
<input type="checkbox"/> da criatividade do projetista	<input type="checkbox"/> do uso do bom senso do projetista	<input type="checkbox"/> de uma boa distribuição das paredes estruturais	<input type="checkbox"/> do conhecimento do comportamento estrutural pelo arquiteto	<input type="checkbox"/> outro:.....
<b>Você utiliza arcos em suas elevações:</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Em caso negativo por quê?</b>				
<input type="checkbox"/> não gosta	<input type="checkbox"/> considera inviável economicamente	<input type="checkbox"/> desconhecia a possibilidade de uso deste elemento	<input type="checkbox"/> outro:.....	
<b>Você utiliza paredes curvas em seus projetos?:</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Em caso negativo por quê?</b>				
<input type="checkbox"/> não gosta	<input type="checkbox"/> considera inviável economicamente	<input type="checkbox"/> desconhecia possibilidade do uso deste elemento	<input type="checkbox"/> outro:.....	
<b>Você utiliza alvenaria aparente:</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Em caso positivo, você faz detalhes das juntas?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Você utiliza em seus projetos, sacadas:</b>				
<input type="checkbox"/> em balanço	<input type="checkbox"/> embutidas na alvenaria	<input type="checkbox"/> não utiliza sacadas		
<b>Por quê?</b>				
<b>Você arranja arquitetonicamente seus projetos de forma a melhor distribuir as tensões?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Você sabe arranjar as paredes de modo a conferir estabilidade em seus projetos?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Você consulta a NBR 6123 para analisar a ação do vento em projetos de edifícios altos?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Você consulta outras normas, quais?</b>				
<b>O arranjo das paredes é orientado por um engenheiro calculista?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Ainda com relação ao partido arquitetônico, seus projetos obedecem a uma simetria?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Em caso negativo, como você compensa a excentricidade?</b>				
<input type="checkbox"/> desconhece	<input type="checkbox"/> este fator não é economicamente relevante para ser considerado	<input type="checkbox"/> faz um arranjo de distribuição das paredes tal que minimize a excentricidade		
<input type="checkbox"/> outro:.....				
<b>Você conhece o efeito arco?</b>				
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não		
<b>Em caso positivo, o que você faz para minimizá-lo:</b>				

<input type="checkbox"/> pede assessoria a um engenheiro calculista para elaborar as distribuições de aberturas	<input type="checkbox"/> elabora o projeto e passa para o calculista analisar e repensa a distribuição	<input type="checkbox"/> estuda detalhadamente o posicionamento de aberturas em pontos que diminuam as concentrações de tensões nas transições.	<input type="checkbox"/> outro:..... ..... ..... .....
---	--	---	---

**ALVENARIA ESTRUTURAL - coordenação/compatibilização de projetos/ padronização de projetos/  
Racionalização/construtibilidade**

<b>Além do arquitetônico, você elabora projetos complementares? Em caso positivo qual?</b>			
<input type="checkbox"/> elétrico	<input type="checkbox"/> hidráulico	<input type="checkbox"/> estrutural	<input type="checkbox"/> outros.....
<b>Em caso negativo, como as informações são passadas a todos projetistas?</b>			
<input type="checkbox"/> por telefone	<input type="checkbox"/> memoriais descritivos	<input type="checkbox"/> consultas feitas nos projeto	
<input type="checkbox"/> através de reuniões	<input type="checkbox"/> listagens via fax	<input type="checkbox"/> outro	
<b>Quem é a pessoa responsável por esta função?</b>			
<input type="checkbox"/> o profissional resp. pelo proj. Arquitetônico	<input type="checkbox"/> o empreendedor (ou seu representante)	<input type="checkbox"/> o engenheiro responsável pela execução da obra	outros..... .....
<input type="checkbox"/> outros:.....			
<b>Você considera a dimensão final (determinada pelo calculista) de vigas e lajes, na elaboração dos projetos executivos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso negativo por quê?</b>			
<input type="checkbox"/> você desenvolve o projeto executivo e depois passa ao calculista	<input type="checkbox"/> você passa o projeto executivo à obra, os responsáveis fazem estas adaptações	<input type="checkbox"/> este item não faz parte de seus encargos	
<input type="checkbox"/> outro.....			
<b>Você costuma executar protótipos (maquetes) para testar soluções arquitetônicas?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você coloca no projeto executivo a ordem de início das alvenarias?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Que definições de projeto você costuma padronizar em seus projetos:</b>			
<input type="checkbox"/> pés direito	<input type="checkbox"/> dimensões de ambientes	<input type="checkbox"/> alturas e larguras de elementos e componentes estruturais	
<input type="checkbox"/> elementos de vedação	<input type="checkbox"/> dimensões dos "vazios" para passagens de dutos	<input type="checkbox"/> caixa de escadas e elevadores	
<input type="checkbox"/> outro.....			
<b>Você utiliza a modulação em seus projetos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso negativo, por que?</b>			
<input type="checkbox"/> considera desnecessária	<input type="checkbox"/> desconhece as vantagens do uso	<input type="checkbox"/> outro:.....	
<b>Em caso positivo, a modulação é também utilizada em elevações?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Qual o módulo mais utilizado por você:</b>			
<input type="checkbox"/> de 15	<input type="checkbox"/> de 20	<input type="checkbox"/> de 25	<input type="checkbox"/> de 30
<input type="checkbox"/> de 40			
<input type="checkbox"/> outro:.....			
<b>Você costuma detalhar setores onde a modulação tem que ser compensado com elementos especiais (ajustes), como holachas, pastilhas, etc. ?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você costuma detalhar estes componentes como sendo pré-moldados?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você faz o detalhamento das formas?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso negativo, por que?</b>			
<input type="checkbox"/> não é sua responsabilidade	<input type="checkbox"/> é função do calculista	<input type="checkbox"/> o contratante não solicita	<input type="checkbox"/> outro.....
<b>Você apresenta os detalhes construtivos de forma:</b>			
<input type="checkbox"/> planimétrica	<input type="checkbox"/> altimétrica	<input type="checkbox"/> volumétrica	<input type="checkbox"/> outro.....
<b>Você utiliza alvenaria aparente em seus projetos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso negativo, por que?</b>			
<input type="checkbox"/> imposição dos clientes	<input type="checkbox"/> não lhe agrada esteticamente	<input type="checkbox"/> desconhecia a possibilidade	<input type="checkbox"/> outro:..... .....
<b>Em caso positivo, você faz detalhes das juntas no caso de alvenaria aparente?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você faz detalhes das amarrações de paredes?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Em caso positivo, você apresenta soluções para a amarração de paredes sem a interposição de blocos?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	

<b>Na concepção do partido arquitetônico, você procura concentrar os ambientes "úmidos" em paredes adjacentes:</b>			
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não tenho esta preocupação	<input type="checkbox"/> tenho esta preocupação mas nem sempre é possível fazê-lo	
outro: .....			
<b>Ainda em relação ao partido arquitetônico, você posiciona as "prumadas":</b>			
<input type="checkbox"/> sempre junto à caixa de escada	<input type="checkbox"/> seguindo recomendações do projetista estrutural	<input type="checkbox"/> seguindo recomendações do projetista elétrico	
<input type="checkbox"/> seguindo recomendações do projetista hidráulico	<input type="checkbox"/> não é sua atribuição este posicionamento	outro: .....	
<b>Nas interfaces entre as tubulações hidráulicas e as alvenarias, você utiliza em seus detalhes:</b>			
<input type="checkbox"/> blocos especiais	<input type="checkbox"/> paredes de vedação	<input type="checkbox"/> "shafts"	<input type="checkbox"/> você não elabora detalhamento da tubulação hidráulica
outro: .....			
<b>No caso de não utilização de blocos especiais, você representa em seu projeto os locais onde os blocos deverão ser cortados?</b>			
<input type="checkbox"/> sim		<input type="checkbox"/> não	
<b>Você faz detalhamento:</b>			
<input type="checkbox"/> das vergas	<input type="checkbox"/> de pingadeiras	<input type="checkbox"/> da interface da laje com as paredes	<input type="checkbox"/> da colocação de gabaritos para as esquadrias
<input type="checkbox"/> shafts	<input type="checkbox"/> embutimento das tubulações	<input type="checkbox"/> aumento da espessura do revestimento para passagem de tubulações	<input type="checkbox"/> rebaixamento de lajes
<input type="checkbox"/> do posicionamento de aduelas de portas	<input type="checkbox"/> escada	<input type="checkbox"/> amarração das paredes	outro: .....

### Anexo 3 - Listagem dos arquitetos entrevistados

#### **PORTO ALEGRE**

Elizabeth Pocztaruk - KP Arquitetura

Fabiano - Livia Bortoncello Arquitetura

George Arrenti - G.A. Arquitetura

Carlos Roberto Varella - Cabral Arq. S/C Ltda.

J. A. Jacovas - Jacovas Arquitetos Associados

#### **FLORIANÓPOLIS**

Eduardo Lago - Blocaus Pré-Fabricados

Mara Vieira Polleto - Mara Arquitetura

Paulo Almeida - Administração e Construção Ltda.

Renee Gonçalves - RC Arquitetura Ltda

Marcelo Borges - Martins & Gomes Arquitetura

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRÓPOLE. ano 30. nº 350. 1968 *Teoria Modular*. Capturado on line: <http://www.arquitetura.com/> em 11/04/1998.
- ALCOCELLA, A. *L'architettura del mattone faccia a vista*. Roma: Edizioni Laterconsult, 1989. p. 148.
- \_\_\_\_\_. La Qualità Architecttonica e Urbana. In: ALCOCELLA, A. et al. *Rosso Mattone: Il ruolo del laterizio nell'edilizia del nostro tempo*. Bologna: Edizioni Luigi Parma, 1987. cap.10, p.205-231.
- ALVES, I. A R., MARTUCCI, R. Processos construtivos flexíveis: Informática na integração do projeto e produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Qualidade e Tecnologia na habitação, 20 a 22 de novembro, 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, UFRJ, ANTAC, 1995. vol. II, p.371-376
- ANGERER, E. W. Appeal and potential of the polyfunctional characteristics of engineered brickwork In: *DESIGNING ENGINEERING AND CONSTRUCTING WITH MASONRY PRODUCTS*, ano 5, edited by Dr F. Jonhson. Gulf Publishing Company. set./out. 1969, Houston, *Proceedings...* Houston, 1969. p.3-6.
- ANUMBA J. C., EVBUOMWAN, N. F. O. Concurrent engineering in design-build projects. *Construction Management and Economics*, v.15, p. 271-281. 1997
- AREMAC. A construção civil esbarra na questão da qualidade. *Revista da Associação dos Revendedores de Materiais de Construção do Estado de Santa Catarina*. Ano 2 nº 4. 2 de janeiro de 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. *Manual Técnico de Alvenaria*, Ed. Projeto, São Paulo. 1990.
- BARROS, M. M. B. de, SABBATINI, F.H. *Diretrizes para o processo de Projeto para Implantação de Inovação Tecnologias na Construtivas racionalizadas na Produção de Edifícios*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Depto. de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/172 São Paulo, 1996 EPUSP, 24p.
- BARROS. M. M. B. , SABBATINI, F. H. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas no processo de produção de edifícios. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27/30 de abril, 1998, Florianópolis- *Anais...* Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998.vol. 2 801p. p. 569-576.

- BERNARDES, M. M. S., SCHMITT, C. M., CARRILLO, D. Análise do processo de documentação de projetos de empresas construtoras de pequeno porte. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27/30 de abril, 1998, Florianópolis-*Anais...* Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998. vol. 2, 801p. p. 551-558.
- BRANDÃO, D. Q., HEINECK, L. F. M., Classificação das formas de aplicação da flexibilidade arquitetônica planejada em projetos de edifícios residenciais. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27/30 de abril, 1998, Florianópolis-*Anais...* Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998. vol. 2 801p. p. 215-222.
- \_\_\_\_\_. Variabilidade de "layouts" x construtibilidade: algumas soluções para promoção da versatilidade espacial em apartamentos. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27/30 de abril, 1998, Florianópolis-*Anais...* Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998. vol. 2 801p. 207-213
- BRATKE, C. Uma obra sem maquiagem. *Téchne*. São Paulo. Ed. Pini. nº 24.p.12-14, set./out.1996. Entrevista a Eder Santini.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Use of Masonry*. Part 1 : Structural use of reinforced Masonry: BS 5628. 1992.
- \_\_\_\_\_. *Use of Masonry. Structural*. Part: 2. Use of unreinforced and prestressed Masonry: BS 5628. 1985.
- \_\_\_\_\_. *Use of Masonry. Structural*. Part 3: Materials and Components, design and Workmanship. BS 5628. 1985.
- CABRAL, C. P. C. *Louis Kahn: Biblioteca de Exter, Laboratório Richards, Palácio da Assembléia de Dacca*. Porto Alegre.1992 35p.p.1-5. (Trabalho apresentado a disciplina introdução ao pensamento arquitetônico do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da UFRGS)
- CAPOZZI, S. Trabalho em conjunto. *Téchne*. São Paulo, Ed. Pini, nº 34, p.38-41, mai./jun. 1998.
- CLEMENTE, C., HOZ, J. D. de la *La obra de Eladio Dieste en el corredor del henares*. Capturado on line: <http://www.arch-mag.com/7/emer/emer1t.html> em 18/02/1999
- CONCEIÇÃO, E. A era do arco-íris. *Qualidade na Construção* São Paulo, Sinduscon/SP, ano 2, nº 9, p. 20-23, jul.1998.
- CURTIN W. G., SHAW, G. BECK, J. K., PARKINSON, G. I. *Structural Masonry Detailing*. London. 1984. Granada Technical Books. 254p.
- FABRICIO, M. M., MELHADO, S. B. A importância de parcerias Construtora-Projetistas para a qualidade na construção de edifícios In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27/30 de abril, 1998, Florianópolis-*Anais...* Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998. vol. 2. 801p. p. 453-459.

- FARAH, M. F. S., *Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional*, Tese de doutorado. São Paulo, FFLCH USP, 1992.
- FARIA, M. S. Implantação de tecnologia em empresa do setor habitacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações, 17 a 19 de novembro, 1993, São Paulo. *Anais...* São Paulo, USP, ANTAC, 1993. vol. I, p.315-320.
- FRANCO, L. S., SOUZA, U. E. L., SABATINI, F. H. Et al. *Desenvolvimento de um novo processo construtivo em Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto*. Manual do processo construtivo Poli-Encol: Projeto., RT/R5-25/91. São Paulo, EPUSP/ENCOL, 1991. 185 p.
- FRANCO, L. S. *Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada*. Tese (Doutorado). São Paulo, EPUSP, 1992. 319 p.
- FREITAS, A. A.F., OLIVEIRA, M<sup>A</sup> C. G., HEINECK L. F. M. A participação do cliente na definição das características do projeto. In: Workshop Tendências relativas à gestão da qualidade na construção de edifícios. 1997. São Paulo. *Anais...* EPUSP, São Paulo. 1997. 112p.p 37-39.
- \_\_\_\_\_ A participação do usuário na gestão da qualidade de habitações In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27/30 de abril, 1998, Florianópolis-*Anais...* Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998. vol. II. 801p. p-27-34.
- GRAY, C. *Buildability - the construction contribution*. Institute of Building. Occasional paper nº29, 1987.
- GRIFFTH, Alan. *Quality Assurance in Building*. Macmillan Ed. Edinburg. 148 p., p. 66-97. 1990
- GRIMM, T. CLAYFORD. *Constraints on Innovations in Masonry*\_Journal of British Masonry Society. Bulletin Vol. 11 nº 2, 33-64 , 1997 p.36
- GUS, M., FORMOSO, C. T. Método para a concepção e implementação de um sistema de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil: Um estudo de caso em empresa de incorporação e construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Qualidade Tecnologia e na Habitação, 20 a 22 de novembro, 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, UFRJ, ANTAC, 1995.vol. I., p. 111-117.
- GUS, M. *Método para a concepção de sistemas de Gerenciamento da etapa de projetos da Construção Civil; Um estudo de caso*. Dissertação de mestrado. CPGEC –UFRGS. Julho de 1996. 150 p.

- HEINECK L. F. M., FREITAS, A. A.F., *A importância da caracterização dos novos clientes do mercado imobiliário frente à concepção de um projeto*. In: Workshop Tendências relativas à gestão da qualidade na construção de edifícios. São Paulo. *Anais...* São Paulo, EPUSP, 1997. 112p.p 40-42..
- HENDRY, A. W. Structural design of brickwork buildings. In: \_\_\_\_\_. *Structural Brickwork*. New York: Halsted Press book., 1981, p. 1-4.
- ICHIHARA, J. A. A estratégia da diferenciação do produto na construção de imóveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 319-324.
- ISATTO, E., FORMOSO, C. T. A nova filosofia de produção e a redução de perdas na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 241-249.
- JOBIM, M. S., FORMOSO, C. Método de avaliação do nível de satisfação dos clientes de imóveis residenciais In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 499-506.
- LANNA, C. A. F., Cerâmica estrutural. Ficha técnica: Como construir. *Téchne*, São Paulo, nº 27, mar/abr. 1997.
- LUCINI, H. C. *Desenvolvimento de novos sistemas construtivos. (Estudo de caso)*. Dissertação de mestrado, EESC-USP, 1984, 240 p.
- \_\_\_\_\_. *Requalificação urbana e novos assentamentos de interesse social*. Tese de doutorado. São Paulo. USP-FAU. 1996.281p.
- MACIEL, L., MELHADO, S. B. A qualidade no processo construtivo através do projeto: aplicação aos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 423-430.
- MELHADO, S. B. Gestão da qualidade: importância do projeto para a competitividade na construção de edifícios. In: Workshop Tendências relativas à gestão da qualidade na construção de edifícios. 1997. São Paulo. *Anais...* São Paulo, EPUSP, 1997. 112p.p 1-3.

- \_\_\_\_\_. Metodologia de projeto voltada à Qualidade na construção de edifícios  
In : ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE  
CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril,  
1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,UFSC,1998. vol. II, 801p. p.  
739-747.
- MELHADO, S. B., FABRICIO, M. P. Projetos da Produção e Projetos para  
Produção na construção de edifícios: Discussão e síntese de conceitos. In:  
ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE  
CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril,  
1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,UFSC,1998. vol. II, 801p. p.  
731-737.
- MIKLUCHIN, P. T. Morphotectonics of Masonry Structures In: DESIGNING  
ENGINEERING AND CONSTRUCTING WITH MASONRY  
PRODUCTS, ano 5, edited by Dr F. Jonhson. Gulf Publishing Company.  
set./out. 1969, Houston, *Proceedings...* Houston, 1969. p.13-18
- MONSÚ, H. *Alvenaria estrutural simples e armada*. Porto Alegre. abril de  
1981. 125p. (Trabalho apresentado a disciplina de construção ministrada  
pelo Prof. Alberto Brizolara do Programa de Pós- graduação em Engenharia  
Civil da UFRGS)
- MOURA, D. C., OLIVEIRA, R. Mudanças organizacionais frente à evolução  
do processo de projeto de edificações. In : ENCONTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo  
Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,  
UFSC, 1998. vol. II 801p. p. 199-205.
- MUNFORD, L. *Arte & Técnica* Livraria Martins Fontes Editora Ltda.1986.  
143p.
- NASCIMENTO, C. E., FORMOSO, C. T. Método para avaliar o projeto do  
ponto de vista da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo  
Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,  
UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 151-158.
- NOVAES, C C. A modernização do setor da construção de edifícios e a  
melhoria da qualidade do projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo  
Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,  
UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 169-176.
- NUNES, R. C. P., AMORIM, S. R. L. A implementação de sistemas CAD nos  
escritórios de projeto na região do Rio de Janeiro, benefícios e dificuldades  
na implantação de sistemas CAD. In: ENCONTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo  
Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,  
UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 707-714.
- PASCAL, N., *Eládio Dieste*. Journal of British Masonry Society. Bulletin Vol.

12. nº 1, 1-38 , 1998 p. 3-4
- PEDRESCHI, R., SINHA, B. FIONA, M., *The remarkable Brick Buildings of Eládio Dieste*, Istock Design, Istock, 23p. p. 12-15, vol. V, ed nº 08. Julho, 1996
- PIAGGIO, J. M. *La ligereza en la obra de Don Eladio*. Capturado on line: <http://www.arch-mag.com/7/emer/emer1t.html> em 18/02/1999
- PICCHI, F. A. *Sistemas de qualidade: Uso em empresas de construção de edifícios*. Tese de doutorado. CPGEC –USP. São Paulo 1993. vol. II. 462 p.
- PINI, *Empacotando Edifícios*, CD-ROM. Sinduscon SP/CTE Ed. Pini. vol.II / 1998.
- OLIVEIRA, JÚNIOR, V. Recomendações para projeto de edifícios em alvenaria estrutural Dissertação de mestrado. São Carlos, USP-EESC, 1992. 266p.
- OLIVEIRA, M., FREITAS, H. Informação para a decisão em projetos de obras de edificação; Estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p.,p. 577-585.
- OLIVEIRA, R. de, Sistema de Informação para projeto de edifício In: Workshop Tendências relativas à gestão da qualidade na construção de edifícios. 1997. São Paulo. *Anais...* São Paulo, EPUSP, 1997. 112p.p 55-57.
- OLIVEIRA, R. R. Uma análise operacional do processo produtivo em obras – Estudo de caso em três tecnologias habitacionais. Dissertação de mestrado. Florianópolis, PPGEF-UFSC, 1997. 148p.
- \_\_\_\_\_. *Gestão total dos processos de alvenaria*. Pesquisa do convênio Construtora Portobello/ NPC-UFSC, março de 1995, 98 p.
- \_\_\_\_\_. Sistematização e listagem de fatores que afetam a construtibilidade das alvenarias estruturais In: 5<sup>th</sup> International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries - *Proceedings...* Florianópolis 21/24 de agosto. 1994 709p. p. 417-426.
- RAMOS, A. L. T. *Sistema CADD para projeto de estruturas de concreto armado*. Dissertação de mestrado. CPGEP –UFSC. Julho de 1993. 108 p.
- ROCHA, S., Janelas enquadradas. *Téchne*. Ed. Pini. São Paulo. nº 31. 60p.p16-20. nov./dez. 1997.
- ROMAN, H. Alvenaria estrutural. Ficha técnica: Como construir. *Téchne*. Ed. Pini. São Paulo, nº. 24, set./out. 1996.
- ROMAN, H., MUTTI, C. N., ARAÚJO, H. A. Guia TECMOLD de Alvenaria Estrutural. Porto Alegre, 1997.
- ROSSO, S. Alvenaria estrutural: A gravidade como aliada. *Téchne*. Ed. Pini. São Paulo. nº 31. 60p.p.38-41. set./out. 1994.

- SABBATINI, F. H. *O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural Sílico- Calcária*. Dissertação de mestrado. EPUSP/USP, São Paulo, 1984, 298 p.
- SALDANHA, M. C. W., SOUTO, M. S. M. L. Racionalização dos projetos na construção de edificações habitacionais In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 525-532.
- SALGADO, M. S. A gestão comportamental como fator condicionante da implantação do sistema da qualidade nas empresas In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 587-594.
- SANTOS, A. *Metodologia de intervenção em obras enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre, PPGEC-UFRGS, 1995. 132p.
- SANTOS, A. POWELL, J. FORMOSO, C. T. Transferência de “know-how” no ambiente da Construção Civil. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II. 801p. p. 9-17.
- SARRABLO, V., ALMANSA, F. L., ROCA, P., *Eladio Dieste. La estructura ceramica armada*. Capturado on line: <http://www.arch-maq.com/7/emer/emer1t.html> em 18/02/1999
- SCARDOELLI, L. S. *Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construções de edificações*. Dissertação de mestrado. CPGEC –UFRGS. Porto Alegre, 1995. 148 p.
- SCHMITT, C. M. HINKS, A. J. Estudo comparativo sobre a organização e aplicação de sistemas computacionais no sub-setor de edificações da construção civil no Brasil e Reino Unido. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 107-115.
- SCHMITT, C. M. Integração dos documentos técnicos com o uso de sistema de informações computadorizado para alcançar qualidade nos projetos de obras de edificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 117-124.
- SILVA, E. *Uma introdução ao projeto arquitetônico*. Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS; Brasília, MEC/SESU/PROED, 1983. 122p. il.

SILVA, M. A. C. Alternativas tecnológicas à produção habitacional: A racionalização como fator de competitividade In: III. SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL – Qualidade e competitividade na indústria da construção civil. 30/31 de outubro 1991. Florianópolis. *Anais...* Florianópolis. UFSC, 1991. 138p. p. 13-20.

\_\_\_\_\_. Metodologia de gestão da qualidade no processo de elaboração de projetos de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - Qualidade Tecnologia e na Habitação 20 a 22 de novembro, 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, UFRJ, ANTAC, 1995.vol. I, p. 55-60.

\_\_\_\_\_. *Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações.* Dissertação de mestrado. CPGEC UFRGS, novembro de 1986, p.180-271, 271 p.

SIMÕES, J. R. L. *Qualidade dos edifícios e das obras urbanas* In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU'96. USP - FAU. out./nov./ de 1996.São Paulo. *Anais...* São Paulo. 1996. 511p. p. 399-415.

SOARES, C. A. P., CONSENZA, O. N., O sistema de gestão como fator de produtividade para a construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,UFSC,1998. vol. II, 801p. p. 133-140.

SOARES, C. C. P., QUALHARINI, E. L., Organizando o escritório de projetos para era da informática - Considerações metodológicas -. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 177-184

SOUZA, A. L. R., MELHADO, S. B. O projeto para produção como ferramenta de gestão da qualidade: Aplicação às lajes de concreto armado de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis,UFSC,1998. vol. II, 801p. p. 37-45.

SOUZA, A. L. R., BARROS, M. M. S. B., MELHADO, S. B. *Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no Processo Tradicional e em Processos Inovadores.* Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Depto. de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/145. São Paulo, 1995. EPUSP, 65p.

\_\_\_\_\_. Qualidade, projeto e inovação na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - QUALIDADE TECNOLOGIA E NA HABITAÇÃO 20 a 22 de novembro, 1995, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, UFRJ, ANTAC, 1995.vol. I., p. 243-248.

- SOUZA, J. C. A importância do projeto arquitetônico na prevenção contra incêndios In.: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU'96. USP - FAU. out./nov./ de 1996. São Paulo. *Anais...* São Paulo. 1996. 511p. p. 183-193.
- SOUZA, R. de, MEKBEKIAN G., SILVA, M. A. C., LEITÃO, A. C. M. T. SANTOS, M. M. Sistema de Gestão da Qualidade para empresas Construtoras. CTE/SEBRAE-SP/ SIDUSCON-SP. São Paulo. 1994. 248p.
- STOCKBRIDGE, J. G., HENDRY A. W. Case studies and critical evaluation of high-rise load bearing brickwork in Britain. In: DESIGNING ENGINEERING AND CONSTRUCTING WITH MASONRY PRODUCTS, ano 5, edited by Dr F. Jonhson. Gulf Publishing Company. set./out. 1969, Houston, *Proceedings...* Houston, 1969. p.427-432.
- TAUIL, C. A.. Paredes estruturais. *Téchne*. Ed. Pini. São Paulo. nº 24. 60p.p22-24. nov./dez. 1997. Entrevista a Silvério Rocha.
- TILLEY, P. A., WYATT A., MOHAMED, S. Indicators of design and documentation deficiency. In: INTERNATIONAL CONFERENCES ON LEAN CONSTRUCTION, 5, 1997, Gold Coast. *Proceedings...* Gold Coast. IGLC-5, 1997. p.137-148
- TZORTZOPOULOS, P., FORMOSO, C. T. LIEDTKE, R., GUS, M. Diretrizes para a modelagem do processo de desenvolvimento de projetos de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – Qualidade no Processo Construtivo, 27 a 30 de abril, 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, UFSC, 1998. vol. II, 801p. p. 627-634.
- VASCONCELOS, A. C. de. *Estruturas arquitetônicas*. São Paulo, Studio Nobel, São Paulo. 1991, 115p.
- WEST, H. W. H. *The development of Masonry*. Journal of British Masonry Society. Bulletin Vol. 11 nº 3, 65-105, 1998 p. 65-67
- ZECCHETTO, F.A. Blocos a La Vista en San Luis. *Summa*. Ed. Donn S.A. Buenos Aires. nº 33. 160p.p66-72. set./out. 1998.