

Universidade Federal de Ouro Preto - Escola de Minas  
Departamento de Engenharia Civil  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**INTERVENÇÕES METÁLICAS EM CONSTRUÇÕES  
PREEXISTENTES: ESTUDOS DE CASO DE INTERFACES.**

**AUTOR: Carolina Albuquerque de Moraes**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Ribeiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Engenharia Civil, área de concentração: Construções Metálicas.

Ouro Preto, dezembro de 2009.

**Às minhas avós Neucy e Arminda  
Saudades**

## **AGRADECIMENTOS**

---

Ao meu orientador Luiz Fernando L. Ribeiro pela confiança, aprendizado, incentivo desde o início e paciência nas orientações e correções.

À CAPES pelo fomento à pesquisa.

Aos coordenadores do PROPEC da UFOP, Francisco de Assis das Neves e Marcilio Sousa da Rocha Freitas pelo apoio financeiro às viagens necessárias para a realização da pesquisa.

Aos professores do PROPEC da UFOP pela abertura aos arquitetos urbanistas e à possibilidade de aprendizado conjunto.

Aos arquitetos Deise Lustosa, Ernani Freire e Paulo Mendes da Rocha pelas entrevistas concedidas e aprendizado.

Aos funcionários do IPHAN-RJ e IEPHA-MG pela atenção na consulta aos arquivos.

Aos amigos da Superintendência de Desenvolvimento e Aplicação do Aço da Usiminas pela iniciação e incentivo na continuação dos estudos na área de estruturas metálicas.

Aos professores e colegas do CEACOM III, principalmente ao Célio Firmo, Priscila Gomes e Eliana Nunes pelo incentivo nos momentos de dúvida.

Aos colegas de todas as turmas do mestrado das quais tive contato, principalmente à turma de 2006/01 pela união, companheirismo, amizade e aprendizado.

À Róvia pela prontidão e amizade.

A todos do DECAT e DEARQ da UFOP pelo auxílio na compatibilização das aulas com a dissertação, principalmente à Izabel Mendes pelo companheirismo e amizade.

Aos meus alunos e monitores da UFOP pela torcida.

À Fernanda Fernandes, ao casal Chiquinho e Efigênia e a todos os meus amigos, sem exceção.

Ao Marcelo Albuquerque pelo carinho e apoio.

Aos meus pais, e ao meu irmão por acreditarem em mim.

A todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão de mais esta etapa.

Neste trabalho são investigadas intervenções metálicas em edificações preexistentes focando em suas interfaces estruturais com materiais e sistemas construtivos distintos. Fundamenta-se na seleção, registro, observação e análise de estudos de caso - projetos de intervenção realizados no Brasil em que se utiliza o aço. São identificados: o comportamento estrutural, os detalhes e particularidades dessas interfaces, assim como as possíveis patologias existentes, com a finalidade de estabelecer-se uma avaliação de seu processo de projeto, qualidades arquitetônicas e construtivas.

As estruturas metálicas têm considerável aplicabilidade quando utilizadas em intervenções de edificações preexistentes, principalmente as de cunho histórico e caráter preservativo, pois possibilitam a reversibilidade, ou seja, a substituição das peças em uma futura obra. Além disso, a linguagem arquitetônica do aço estabelece o contraste entre o antigo e o contemporâneo, preservando a autenticidade da obra.

A presença do aço, devido a sua alta resistência, também viabiliza estruturas mais leves, o que se mostra interessante ao lidar com estruturas já existentes e que, muitas vezes, apresentam restrições quanto ao carregamento. Além disso, as estruturas metálicas e os sistemas industrializados possibilitam economia de material, alívio das cargas, possibilidade de modulação, padronização dos componentes, facilidade de montagem, escoramento e transporte e, conseqüentemente torna a construção mais ágil e eficiente.

Com base nesses conceitos, o presente trabalho pretende ampliar as investigações, as discussões e o estudo científico sobre o assunto, já que no Brasil existe pouca documentação de estudos e tipologias que apresentem a interseção e a compatibilização eficiente de estruturas distintas em que se utiliza o aço.

## **ABSTRACT**

---

This work investigates interventions in preexistent buildings using steel structures, focusing on their structural interfaces with different materials and construction systems. It is based on the selection, registration, observation and analysis of Brazilian case studies, to identify: their structural behavior, specific details of these interfaces and possible existing pathologies, with the purpose of settling down an evaluation of your design process, your architectural and constructive qualities.

Steel structures have considerable applicability when used in interventions performed on preexisting buildings; especially the ones of historic nature and protective character, for these interventions enable the reversibility, by element replacement in a future work. Moreover, the architectural language of steel establishes the contrast between the ancient and contemporary while preserving the authenticity of the building.

Thanks to its high resistance, the presence of steel also enables lighter structures, which is interesting when dealing with preexisting structures that often have restrictions on the loading. Moreover, steel structures and industrial systems enable economy of material, possibility of modulation, standardization of components, easement of assembling supporting and transporting processes and, consequently, make constructing more agile and efficient.

With base in those concepts, the present work intends to further the investigations, discussions and the study on the subject, considering that in Brazil there is little documentation and few studies and typologies that show the intersection and efficient alignment of different structures in which steel is used.

# SUMÁRIO

---

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Considerações Iniciais .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Objetivo Geral .....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	3
<b>1.3 Metodologia Adotada .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>5</b>
<b>2 ESTRUTURAS METÁLICAS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Histórico.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Vantagens .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 A Racionalização Nas Etapas de Projeto e Execução .....</b>	<b>11</b>
<b>3 INTERFACES .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Interfaces: Estrutura de Aço x Sistemas de Fechamentos .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Interfaces: Estrutura de Aço x Estruturas Convencionais .....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Aço x Concreto Armado .....	18
3.2.1.1 Soluções durante a construção .....	18
3.2.1.2 Soluções após a construção pronta.....	19
3.2.1.3 Reforço em estruturas de concreto-armado.....	30
3.2.2 Aço x Alvenarias Autoportantes.....	33

3.2.3	Aço x Madeira .....	40
3.2.3.1	Reforço de estruturas de madeira.....	43
3.2.3.2	Exemplos de fixação de peças de madeira.....	47
<b>4</b>	<b>INTERVENÇÕES EM CONSTRUÇÕES PREEEXISTENTES.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>Patrimônio Histórico .....</b>	<b>50</b>
4.1.1	As Teorias do Restauro e as Cartas Patrimoniais .....	52
4.1.1.1	Considerações Sobre a Aplicação das Teorias do Restauro e das Cartas Patrimoniais .....	57
<b>4.2</b>	<b>Metodologias de Intervenção em Edificações Antigas.....</b>	<b>58</b>
4.2.1	Metodologia de Conservação e Restauração .....	58
<b>4.3</b>	<b>Gestão da Qualidade no Processo de Projeto de Intervenção.....</b>	<b>61</b>
4.3.1	Deficiências na Legislação de Intervenção em Patrimônio e seus Impactos na Gestão de Processo de Projeto .....	62
4.3.1.1	O caso de Ouro Preto .....	62
4.3.1.2	Considerações sobre a aplicação da gestão de processo de projeto .....	65
<b>4.4</b>	<b>Intervenções Contemporâneas com Estruturas Metálicas.....</b>	<b>66</b>
4.4.1	Referências na utilização do aço em intervenções.....	67
4.4.1.1	Museu do Louvre .....	67
4.4.1.2	Museu Britânico.....	68
4.4.1.3	Anfiteatro Romano.....	69
4.4.1.4	Sony Center de Berlim.....	71
<b>5</b>	<b>ESTUDOS DE CASO.....</b>	<b>74</b>
<b>5.1</b>	<b>Pinacoteca do Estado de São Paulo .....</b>	<b>75</b>
5.1.1	Histórico .....	75
5.1.2	O Projeto de Intervenção .....	78
5.1.3	Análise das Interfaces Estruturais Aço-Alvenaria de tijolos de barro .....	85
<b>5.2</b>	<b>Casa Bandeirista – Fazenda São José do Manso.....</b>	<b>93</b>
5.2.1	Histórico .....	93
5.2.2	O Projeto de Intervenção .....	98
5.2.3	Análise das Interfaces de Fechamento Aço-Concreto .....	107
<b>5.3</b>	<b>Centro Cultural Parque das Ruínas.....</b>	<b>112</b>
5.3.1	Histórico .....	112
5.3.2	O Projeto de Intervenção .....	116

5.3.3	Análise das Interfaces Estruturais Aço-Alvenaria e Aço-Concreto-Alvenaria.....	125
<b>5.4</b>	<b>Capela de Santana do Pé do Morro.....</b>	<b>129</b>
5.4.1	Histórico .....	129
5.4.2	O Projeto de Intervenção .....	132
5.4.3	A Ausência de Interface Estrutural Aço-Preexistente .....	141
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>144</b>
<b>6.1</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>144</b>
<b>6.2</b>	<b>Sugestões para Trabalhos Futuros .....</b>	<b>146</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>147</b>
<b>7.1</b>	<b>Bibliografia complementar .....</b>	<b>152</b>

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 2.1 - Ponte de Ferro, Coalbrookdale, Inglaterra .....	7
Figura 2.2 - Palácio de Cristal, Londres, Inglaterra. ....	8
Figura 2.3 - Ponte Akashi-Kaykio, no Japão. ....	9
Figura 2.4 - 30 Saint Mary Axe, de Norman Foster em Londres. ....	9
Figura 3.1 - Detalhe - furos obilongos. ....	16
Figura 3.2 - Borracha sintética - deformação.....	17
Figura 3.3 - Tipos de apoio aço-concreto - soluções durante a construção.....	18
Figura 3.4 - Soluções de fixação de acordo com a vinculação: (det.1) engastada; (det.2) rotulada .....	19
Figura 3.5 - Soluções de fixadores para construção pré-existente em concreto armado.....	19
Figura 3.6 - Fixação através de chumbadores: (a) de expansão, (b) químicos ou (c) protendidos.....	20
Figura 3.7 - Exemplos que utilizam consoles metálicos e neoprene.....	21
Figura 3.8 - Exemplo de interface com colarinho metálico em pilar de concreto.....	22
Figura 3.9 - Viga de aço em pilar de concreto (exemplo 1).....	23
Figura 3.10 - Interface entre viga de aço e pilar de concreto com console metálico. ....	23
Figura 3.11 - Carregamento em interface viga de aço - pilar de concreto com e sem console metálico....	24
Figura 3.12 - Opções de interfaces entre viga de aço e parede de concreto com quadro ou protensão.....	24
Figura 3.13 - Interface entre viga de aço e parede de concreto com nicho. ....	25
Figura 3.14 - Interface entre viga de aço e parede de concreto com chapuz enrijecido.....	26
Figura 3.15 - Carregamento em interfaces entre viga de aço e parede de concreto. ....	26
Figura 3.16 - Viga de aço simplesmente apoiada em viga de concreto. ....	27
Figura 3.17 - Carregamento em viga de aço simplesmente apoiada em viga de concreto. ....	28
Figura 3.18 - Viga de aço engastada em viga de concreto. ....	28
Figura 3.19 - Carregamento em viga de aço engastada em viga de concreto. ....	29
Figura 3.20 - Viga de aço pendurada em viga de concreto. ....	29
Figura 3.21 - Carregamento em viga de aço pendurada em viga de concreto.....	30

Figura 3.22 - Reforço de vigas de concreto fletidas com chapas metálicas, apenas com colagem (esquerda) e também com chumbamento (direita). .....	31
Figura 3.23 - Viga de concreto-armado reforçada com perfis metálicos. ....	31
Figura 3.24 - Reforço de viga de concreto ao cisalhamento através de chapas coladas. ....	31
Figura 3.25 - Exemplo de reforço com chapas metálicas chumbadas.....	31
Figura 3.26 - Costura de fissuras em viga de concreto através da protensão exterior.....	32
Figura 3.27 - Reforço com nova coluna de aço em que sua fixação na base com dois chumbadores constitui uma boa solução de ligação rotulada com laje ou viga de concreto. ....	33
Figura 3.28 - Reforço de pilar de concreto com perfis metálicos e detalhe do capitel .....	33
Figura 3.29 - Perfil metálico chumbado na estrutura da Igreja de Santa Sofia em Estambul. ....	34
Figura 3.30 – Exemplos de reforço com anéis metálicos em pilares de alvenaria de pedra: no Palácio Nacional e na Antiga Escola de Medicina, ambas na Cidade do México.....	35
Figura 3.31 - Interface entre viga de aço e parede de alvenaria (1). ....	36
Figura 3.32 - Interface entre viga de aço e parede de alvenaria (2). ....	36
Figura 3.33 - Interface entre viga de aço e parede de alvenaria (3). ....	37
Figura 3.34 - Carregamento em viga de aço apoiada em parede de alvenaria (opção 1, 2 e 3). ....	37
Figura 3.35 - FEM para avaliação das condições estruturais do antigo templo no México. ....	38
Figura 3.36 - Levantamento de fissuras da fachada frontal da mesma edificação em alvenaria estrutural	38
Figura 3.37 - Corte transversal do templo- restrições à abertura da abóbada com tirantes de aço.....	39
Figura 3.38 - Corte longitudinal do templo - mecanismo de ruína da fachada principal. ....	39
Figura 3.39 - Ancoragem da fachada principal do templo com cabos de aço ligados à viga treliçada: planta e detalhe .....	40
Figura 3.40 - Detalhe de reforço com chapas e apoio de peças do telhado de madeira e aço na coluna metálica. ....	41
Figura 3.41 – Cúpula da Igreja de São Cristóvão: Substituição de peças de madeira por perfis metálicos. ....	41
Figura 3.42 – Detalhe de pilar de aço inserido no arco.....	42
Figura 3.43 - Detalhe da recuperação da Igreja Matriz de Conquista, MG.....	42
Figura 3.44 - Exemplo de associação madeira x aço. ....	43
Figura 3.45 - Nó enrijecido com parafusos e chapa metálica do tipo Gusset em estrutura de madeira. ....	43
Figura 3.46 - Consolidação de estrutura de cobertura em madeira .....	44

Figura 3.47 - Perfis formados a frio, laminados ou soldados ligados a cada viga de madeira .....	44
Figura 3.48 - Reforço de viga de madeira com barras inclinadas e chapa fixada na face inferior. ....	45
Figura 3.49 - Reforço com perfil I na parte superior da viga de madeira. ....	45
Figura 3.50 - Reforço de viga de madeira com barras de aço inclinadas e tirantes horizontais unindo-as. 46	
Figura 3.51 - Reforço de viga de madeira com chapas de topo, cantoneira e tirantes. ....	46
Figura 3.52 - Reforço de viga de madeira com chapa de topo e tirantes: vista longitudinal e detalhe. ....	46
Figura 3.53 - Reforço com chapa fixada na face inferior da viga de madeira com parafusos e adesivo de alta aderência.....	47
Figura 3.54 - Exemplos de reforço de viga de madeira com perfil embutido: perfil T e perfil U.....	47
Figura 3.55 - Exemplos de fixação de peças de madeira: alça e calço metálicos. ....	47
Figura 3.56 - Detalhes de peças metálicas utilizadas com peças de madeira no mesmo edifício .....	48
Figura 3.57 - Detalhes de conexões aço-madeira na fachada e embasamento do Centro J.M. Tjibaou em Noumeá. ....	48
Figura 4.1 - Igreja de Saint-Nazaire: Antes e depois da intervenção de Viollet-Le-Duc.....	53
Figura 4.2 - Mapeamento de danos: forro da cúpula da Igreja Nossa Senhora do Carmo em Mariana MG. ....	60
Figura 4.3 - Foto da Praça Tiradentes após a reconstrução do edifício incendiado. ....	64
Figura 4.4 - Foto do incêndio do Antigo Hotel Pilão em 2003. ....	64
Figura 4.5 - Vista externa Museu do Louvre .....	67
Figura 4.6 - Detalhe da estrutura da pirâmide de vidro.....	68
Figura 4.7 - Esquemática da grelha .....	68
Figura 4.8 - Praça envidraçada do Museu Britânico .....	69
Figura 4.9 - Vista aérea da cobertura envidraçada ondulada do Museu Britânico .....	69
Figura 4.10 - Vista aérea do anfiteatro romano - cobertura em estrutura pneumática .....	70
Figura 4.11 - Processo de montagem da estrutura pneumática .....	70
Figura 4.12 - Vão entre a estrutura antiga e a nova com bombeador de ar da estrutura pneumática .....	70
Figura 4.13 - Vistas internas do anfiteatro romano .....	71
Figura 4.14 - Vista 3D do conjunto arquitetônico do Sony Center e seu entorno imediato. ....	72
Figura 4.15 - Vista externa do Grande Hotel Esplanada durante a obra de intervenção. ....	72
Figura 4.16 - Vista externa de parte do Sony Center - detalhe do “envelope” de vidro no Grande Hotel. 72	

Figura 4.17 - Detalhes da nova fachada de vidro do Grande Hotel Esplanada no Sony Center de Berlim.	73
Figura 4.18 - Abaixo a “vitrine” que valoriza a antiga construção e acima a cobertura tencionada. ....	73
Figura 5.1 - Vista frontal da Pinacoteca do Estado de São Paulo. ....	75
Figura 5.2 - Estação da Luz e seu entorno imediato, por volta de 1903. ....	75
Figura 5.3 - Liceu de Artes e Ofícios projetado por Ramos de Azevedo e Domiciniano Rossi. ....	76
Figura 5.4 - Escultura na Avenida Tiradentes, em frente a Pinacoteca em 1934. ....	76
Figura 5.5 - Fotos da antiga entrada da Pinacoteca na Av. Tiradentes: final da déc. de 70 e em 1980. ....	77
Figura 5.6 - Maquete cortada da Pinacoteca de acordo com o primeiro projeto proposto pelos arquitetos com uma cobertura em cúpula que, assim como a primeira, não foi executada. ....	78
Figura 5.7 - Maquete da Pinacoteca de acordo com o projeto executado - vista Avenida Tiradentes. ....	78
Figura 5.8 - Fotos da cobertura translúcida: a) vista aérea; b) interna 1º pátio lateral; c) interna vão central. ....	79
Figura 5.9 - Croqui do detalhamento das “vigas-calha” da cobertura dos pátios da Pinacoteca. ....	79
Figura 5.10 - Corte transversal da Pinacoteca do Estado de São Paulo. ....	80
Figura 5.11 - Corte longitudinal da Pinacoteca do Estado de São Paulo. ....	80
Figura 5.12 - Planta do 1º pavimento da Pinacoteca do Estado de São Paulo. ....	80
Figura 5.13 - Fotos do elevador e passarelas localizados nos dois pátios internos. ....	81
Figura 5.14 - Entorno imediato da Pinacoteca: Estação da Luz ao lado e Parque da Luz ao fundo. ....	81
Figura 5.15 - Planta do pavimento térreo da Pinacoteca do Estado de São Paulo. ....	82
Figura 5.16 - Auditório (área da antiga arena). ....	82
Figura 5.17 - Exposição de esculturas no 2º pavimento ao redor do vazio central: diferenciação do revestimento entre as áreas internas e externas. ....	82
Figura 5.18 - Planta do 2º pavimento da Pinacoteca do Estado de São Paulo. ....	83
Figura 5.19 - A) Foto da arena octogonal em 1976; B) Foto do mesmo local durante as obras de 1997. .	83
Figura 5.20 - Exemplos de intervenção nas aberturas e esquadrias da Pinacoteca. ....	84
Figura 5.21 - Detalhes do belvedere criado no local da antiga entrada e sua vista para a Av. Tiradentes.	85
Figura 5.22 - Corte transversal parcial e corte longitudinal parcial. ....	86
Figura 5.23 - Vistas do apoio da cobertura dos pátios laterais (detalhe 4). ....	86
Figura 5.24 - Acima vistas do detalhe 3 (viga I); abaixo vistas do detalhe 1 (viga retangular). ....	87

Figura 5.25 - Acesso à escada helicoidal impedido e corrimão no piso abaixo da cobertura central (det. 3). .....	87
Figura 5.26 - Corte longitudinal parcial: A) caminho das cargas nas passarelas; B) detalhe apoio da passarela no 2º pav.; C) detalhe apoio da passarela no 1º pav.....	88
Figura 5.27 - Interface entre passarela metálica e alvenaria existente (pátios laterais no 2º pav.).....	88
Figura 5.28 - A) vista geral das passarelas; B) detalhe apoio do 1º pav.; C) detalhe apoio do 2º pav. ....	89
Figura 5.29 - Detalhes da rampa e estrutura da passarela do elevador do 2º pav.....	89
Figura 5.30 - Grelha de perfis metálicos que sustenta a laje de cobertura criada. ....	90
Figura 5.31 - Detalhes de interfaces entre o anel da grelha metálica e a alvenaria estrutural existente. ....	90
Figura 5.32 - Grelha de sustentação da laje de cobertura do auditório: .....	91
Figura 5.33 - A) corte longitudinal parcial; B) detalhe 5 do corte da fonte bibliográfica; C) detalhe 5 adaptado ao discurso do arquiteto. ....	92
Figura 5.34 - Vistas externas da Casa Bandeirista. ....	93
Figura 5.35 - Vista aérea da Casa Bandeirista e seu entorno no Parque Estadual do Itacolomi. ....	93
Figura 5.36 - Foto digital da planta da Casa Bandeirista ainda com as paredes internas. ....	94
Figura 5.37 - Fotos externas da varanda em 1948 em que pode se observar os muros existentes. ....	95
Figura 5.38 - Fotos internas da cobertura da Casa Sede: Antes e depois da intervenção de 1948. ....	95
Figura 5.39 - Fotos da reconstrução da cobertura em 1956. ....	96
Figura 5.40 – Foto digital do Corte AA da antiga sede da fazenda: levantamento e diagnóstico (1988). .	96
Figura 5.41 - Foto digital da planta do levantamento de 1988.....	97
Figura 5.42 – Foto digital da Fachada Principal da antiga sede da fazenda: levantamento de 1988.....	97
Figura 5.43 - Mal estado de conservação da construção em 1997.....	98
Figura 5.44 - Fotos internas da Casa Bandeirista: a primeira tirada em 2008 e a segunda em 2009. ....	99
Figura 5.45 - Foto digital das plantas do 1º pavimento e do mezanino - anteprojeto de 1998.....	100
Figura 5.46 - Foto digital do corte transversal - anteprojeto de 1998. ....	100
Figura 5.47 - Fotos de rupturas da alvenaria de pedra. ....	101
Figura 5.48 - Cinta de concreto acima da alvenaria de pedras.....	101
Figura 5.49 - Fotos: A) escoramento das alvenarias; B) e C) destelhamento; D) vista interna da obra após a retirada do telhado. ....	102
Figura 5.50 - Restauração das fachadas: reboco, pintura e beiraseveira. ....	103

Figura 5.51 - A) encontro do cintamento de concreto com o preenchimento de tijolos acima da viga de madeira. B) detalhe da mesma viga acima do pilar de madeira. ....	103
Figura 5.52 - Vitrines do piso: A e B- fotos tirada em 2008; C e D- fotos tiradas em 2009. ....	104
Figura 5.53 - A) e B) fotos da construção do telhado; C) fotomontagem da obra finalizada. ....	105
Figura 5.54 - Cobertura: A) foto tirada da escada; B) foto tirada da varanda. ....	105
Figura 5.55 - Fotos internas: a) estrutura de apoio do mezanino e da cobertura; b) detalhe de meia tesoura. ....	106
Figura 5.56 – Fotos digitais: 3D e planta da estrutura metálica gerada pelo programa SAP 2000. ....	106
Figura 5.57 - Detalhe de interface entre o beiral argamassado na cinta de concreto. As terças metálicas não faziam a estrutura existente. ....	108
Figura 5.58 – Foto digital de cortes do projeto executivo - apoio da cobertura. ....	108
Figura 5.59 - Detalhes da fixação da estrutura dos vidros na edificação existente. ....	109
Figura 5.60 - Foto digital de detalhe do encontro da subestrutura do painel de vidro e a cinta de concreto existente - detalhe como é mostrado nas pranchas de detalhamento. ....	109
Figura 5.61 - Interfaces entre pilares metálicos (tubular e perfil I) e o piso . ....	110
Figura 5.62 – Foto digital de detalhes das placas de base e chumbadores para pilares metálicos tubulares (insertos tipo II) e perfis I (insertos tipo I). ....	110
Figura 5.63 - Na varanda se encontram os dois pilares de madeira com base em aço patinável. ....	111
Figura 5.64 - Fotos digitais do corte transversal da varanda e detalhe da base do pilar de madeira. ....	111
Figura 5.65 - Vista posterior do Centro Cultural Parque das Ruínas. ....	112
Figura 5.66 - Vista do Parque das Ruínas e seu entorno imediato antes do projeto de intervenção. ....	112
Figura 5.67 - Fotos internas da casa antes do projeto de intervenção. ....	114
Figura 5.68 - Foto da casa original tirada da Rua Murinho Nobre e detalhe da entrada de pedestres pela mesma via. Ambas anteriores à intervenção. ....	114
Figura 5.69 - Implantação do Parque das Ruínas: área para eventos ao ar livre no antigo terreno vazio (à esquerda), Centro Cultural Parque das Ruínas (ao centro) e Museu Chácara do Céu (à direita). ..	115
Figura 5.70 - A) Nova passarela que liga os dois edifícios vizinhos; B) Museu da Chácara do Céu. ....	116
Figura 5.71 - 3D do projeto de intervenção do Parque das Ruínas. ....	116
Figura 5.72 - Fotos das ruínas tiradas na fase de levantamento. ....	117
Figura 5.73 - Vistas do exterior e do interior do Centro Cultural Parque das Ruínas. ....	118
Figura 5.74 - Descortinamento da paisagem a medida que se sobe em direção ao topo da edificação:...	119
Figura 5.75 - A) Praça italiana; B) Platéia no terreno ao lado. Ambas vistas de dentro das ruínas. ....	119

Figura 5.76 - Plantas primeiro pavimento e nível semi-enterrado. ....	120
Figura 5.77 - Corte longitudinal.....	120
Figura 5.78 - Vista lateral esquerda do novo conjunto (foto tirada da platéia para o palco).....	121
Figura 5.79 - Acesso para o auditório e sala de exposições.....	121
Figura 5.80 - Passarelas e escadas cruzam os vãos da ruína permitindo vistas variadas à noite e de dia. ....	121
Figura 5.81 - A) Alvenaria existente; B) Fundação existente; C) Trincheiramento.....	122
Figura 5.82 - Vista frontal da edificação com a torre que permaneceu na intervenção. ....	122
Figura 5.83 - Pequenos detalhes da antiga construção deixados na alvenaria. ....	123
Figura 5.84 - Exemplos de inserções em concreto e placas de argamassa armada. ....	123
Figura 5.85 - Passarela interditada em 2000. ....	124
Figura 5.86 - Corte transversal e Detalhe 1.....	125
Figura 5.87 - Detalhes da interface entre a viga composta de aço-concreto e a parede de alvenaria. ....	126
Figura 5.88 - Corte longitudinal parcial: Caminho das cargas no vão central. ....	126
Figura 5.89 - Detalhe esquemático da interface.....	127
Figura 5.90 - Imagens do volume de vidro e passarela suspensa. ....	127
Figura 5.91 - Corte longitudinal parcial: Caminho das cargas no patamar atirantado. ....	128
Figura 5.92 - Corte transversal parcial: Caminho das cargas no patamar atirantado. ....	128
Figura 5.93 - Vista da frontal e lateral direita da Capela de Santana do Pé do Morro. ....	129
Figura 5.94 - Sede da Fazenda Pé do Morro.....	130
Figura 5.95 - Planta de Situação de todo o conjunto arquitetônico da Fazenda Pé do Morro.....	131
Figura 5.96 - Foto da construção do esqueleto metálico em torno das ruínas.....	132
Figura 5.97 - Foto parcial do conjunto arquitetônico da Fazenda Pé do Morro.....	133
Figura 5.98 - Foto da entrada do templo tirada da varanda da casa sede. ....	133
Figura 5.99 - Interferências paisagísticas como a canalização de curso d'água e o pátio do hotel. ....	134
Figura 5.100 - Vista interna do altar iluminado e vista posterior da capela.....	134
Figura 5.101 - Imagens do altar da Capela de Santana, ruína envolvida pela nova edificação.....	135
Figura 5.102 - Foto tirada de dentro do altar; Detalhe da pia batismal e entrada; Cruzeiro da Capela. ....	135
Figura 5.103 - Planta da Capela de Santana do Pé do Morro.....	136

Figura 5.104 - Ligação soldada entre vergas no embasamento: perfil I e perfil caixa. ....	137
Figura 5.105 - Fachada Lateral Direita. ....	137
Figura 5.106 - Detalhes: ligações soldadas e cabos de aço. ....	138
Figura 5.107 - Fachada posterior da Capela de Santana do Pé do Morro. ....	139
Figura 5.108 - Vista de fundos e lateral esquerda da capela. ....	139
Figura 5.109 - Terças metálicas alaranjadas inseridas na estrutura do telhado. ....	139
Figura 5.110 - Patologia no forro devido a infiltração. ....	140
Figura 5.111 - Patologias das telhas e ausência do sino. ....	140
Figura 5.112 – Patologias – vidros quebrados. ....	141
Figura 5.113 - Corte longitudinal: Caminho das cargas. ....	142
Figura 5.114 - Corte transversal: Caminho das cargas. ....	142
Figura 5.115 - Área de lazer coberta, o mais recente acréscimo à sede da Fazenda Pé do Morro. ....	143

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A escolha do tema de pesquisa, “Intervenções Metálicas em Construções Preexistentes: Estudos de Caso de Interfaces” baseia-se no fato de que os assuntos abordados têm sido cada vez mais evidenciados no mercado da arquitetura e construção civil em todo o mundo.

As intervenções em suas variadas formas como a restauração, revitalização ou reabilitação são cada vez mais comuns, principalmente em edificações antigas (tombadas ou não pelo Patrimônio Histórico) que têm que se adequar às atuais normas de acessibilidade, prevenção contra incêndio, reforço estrutural ou a mudanças e atualizações de programa arquitetônico.

É importante analisar cuidadosamente a cultura e as normas de construção locais, a história da construção e seu entorno, suas novas necessidades, os contrapontos estruturais e arquitetônicos entre o sistema antigo e o novo, o estudo do comportamento dos materiais, de suas interfaces e um eficaz planejamento do processo.

As estruturas metálicas têm considerável aplicabilidade quando utilizadas em intervenções de edificações preexistentes, principalmente as de cunho histórico e caráter preservativo, pois possibilita a reversibilidade, ou seja, a substituição das peças em uma futura obra. Além disso, a linguagem arquitetônica do aço estabelece o contraste entre o antigo e o contemporâneo, preservando a autenticidade da obra.

A estrutura metálica permite maiores vãos que as estruturas convencionais e ao mesmo tempo leveza estética. Pode-se dizer que a “linguagem do aço” confere às obras pré-existentes um diálogo com a contemporaneidade. Trata-se não apenas de inovações tecnológicas, mas também conceituais.

No entanto, o uso do aço em intervenções tem se mostrado ainda incipiente no Brasil. Os motivos são vários, mas o que parece ser mais relevante é a cultura “patrimonial” no

país, ou seja, a cultura da exaltação do passado a todo custo, sem a preocupação de inserção do presente para o vislumbre e usufruto no futuro.

Além disso, não existem normas específicas para tais obras o que dificulta a ação dos órgãos responsáveis. Tal dificuldade cresce quanto maior for o grau de tombamento (municipal, regional, nacional ou internacional) da edificação de valor histórico e cultural objeto do projeto de intervenção. Cada caso é um caso e as interpretações das atuais teorias do restauro são muito variadas.

Internacionalmente, principalmente na Europa, já se percebe um grande avanço tecnológico e ideológico na área, resultando na consolidação de um conceito contemporâneo de preservação.

O estudo de intervenções metálicas em edificações preexistentes tem como referência na arquitetura mundial o Museu do Louvre em Paris projetado pelo arquiteto I. M. Pei. A instalação da grande pirâmide de vidro estruturada em aço no pátio central do complexo histórico do Louvre gerou polêmica e intensificou a discussão sobre preservação e intervenção em patrimônio histórico. Este projeto possibilitou a integração entre edificações antiga e nova não apenas nos âmbitos estético e visual, mas também no que diz respeito à sua solução estrutural. Aliou-se a leveza e a transparência do vidro à geometria espacial da pirâmide que traduz a eficiência estrutural da forma proposta, imprescindível em estruturas metálicas. O projeto de intervenção do Louvre foi de importância crucial no interesse pelo tema a ser estudado e será novamente abordado no segundo capítulo desta dissertação.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

A pesquisa propõe ampliar as investigações, as discussões e o estudo científico sobre intervenções metálicas em construções preexistentes principalmente em edificações de valor histórico e cultural.

## **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos desta discussão conceitual-tecnológica são:

- Apresentar, através de pesquisa bibliográfica, os dados técnicos e conceituais básicos sobre as estruturas metálicas, as interfaces entre estruturas de materiais distintos e as teorias de intervenção e restauração, para a posterior compreensão dos estudos de caso;
- Investigar como são tratados os projetos de intervenção no Brasil e no mundo no que diz respeito à tecnologia empregada, ao processo de projeto e sua gestão, bem como à aplicação das teorias do restauro;
- A sistematização de um repertório de soluções que mostram algumas possibilidades de compatibilização entre sistemas construtivos e linguagens arquitetônicas diferentes (antiga e contemporânea);
- Analisar e comparar estudos de caso no que diz respeito às condicionantes e qualidades do projeto arquitetônico, da relação arquitetura e engenharia estrutural e do processo de projeto;
- Analisar e comparar as interfaces estruturais dos casos estudados e a sua relação com as obras preexistentes;
- Apresentar subsídios que orientem futuros projetos de intervenção e detalhamento de interfaces entre as estruturas metálicas e estruturas convencionais, considerando as tecnologias atuais de construção.

## **1.3 METODOLOGIA ADOTADA**

Este trabalho baseia-se no estudo qualitativo de projetos de intervenção reconhecidos no Brasil. A escolha das obras objetos de estudo foi feita por meio de extensa pesquisa que gerou o interesse inicial por cerca de 15 projetos de intervenção brasileiros. A partir daí foi feita uma triagem selecionando-se projetos com as seguintes premissas:

- A importância da obra no cenário arquitetônico nacional;
- A solução estética e estrutural da intervenção em aço;
- A localização geográfica;
- A tipologia estrutural e materiais de construção das edificações preexistentes;
- Os tipos de vínculo e transmissão de esforços entre as estruturas;
- O grau de tombamento do bem.

Para se chegar ao nível de análise dos estudos de caso selecionados tornou-se necessário uma preparação de base técnica e conceitual através de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de:

- Estudo para apresentação sucinta das estruturas em aço e sistemas construtivos industrializados;
- Pesquisa, coletânea e sistematização de detalhes de interfaces entre estruturas metálicas e convencionais (madeira, alvenarias e concreto armado);
- Estudo para apresentação sucinta das teorias do restauro e cartas patrimoniais seguidas de considerações sobre gestão do processo de projeto de intervenção e a forma como são tratados tais projetos no Brasil e no mundo.

A pesquisa de campo foi realizada por meio de:

- Pesquisa bibliográfica e em acervos de órgãos públicos como o IPHAN-RJ e IEPHA-MG com fins de colher informações técnicas e históricas sobre as obras selecionadas;
- Entrevistas e contatos via e-mail com os profissionais relacionados aos projetos e construção dos edifícios estudados a fim de colher informações como desenhos

técnicos, as condicionantes e qualidades do projeto arquitetônico e estrutural, o processo de projeto e a relação interdisciplinar;

- Investigação exploratória por meio de inspeção visual e levantamento fotográfico feito *in loco* para fins de avaliação pós-uso geral da edificação e específico de suas interfaces estruturais;
- Avaliação do comportamento das estruturas e de suas conexões, através do estudo dos “caminhos das cargas”, fluxo das cargas horizontais (vento) e verticais (peso próprio e sobrecargas), e da compatibilização dos materiais distintos.

#### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho compreende seis capítulos estruturados da seguinte forma:

O presente capítulo contém a apresentação de algumas considerações iniciais, incluindo a motivação conceitual do estudo, os objetivos estabelecidos, a metodologia de trabalho e a estrutura de desenvolvimento adotada.

A revisão bibliográfica apresenta a evolução histórica e considerações sobre o tema abordado, dividida em três capítulos (2, 3 e 4) para melhor compreensão do estudo: estruturas metálicas, interfaces estruturais (aço-concreto, aço-madeira e aço-alvenaria) e intervenções em edificações preexistentes.

O quinto capítulo, estudos de caso, apresenta a pesquisa de campo que abrange uma investigação detalhada de cinco obras reconhecidas no Brasil. A apresentação de cada projeto é estruturada em três partes: Histórico, Projeto de Intervenção e Análise das interfaces estruturais.

- Histórico: Apresenta-se a importância histórica e cronologia da edificação em fase anterior ao projeto de intervenção analisado;
- Projeto de Intervenção: Apresentam-se as condicionantes e qualidades do projeto arquitetônico, o processo do projeto e a relação com os projetos

“complementares” (interdisciplinaridade). É feita também uma avaliação pós-uso geral da edificação.

- Análise das interfaces: Apresentam-se os detalhes das conexões entre as estruturas nova e preexistente; A avaliação do comportamento das estruturas nova e preexistente e suas de conexões com base em estudos do caminho das cargas e da compatibilização dos materiais distintos.

O sexto capítulo, Considerações Finais, apresenta algumas comparações possíveis entre os projetos de intervenção estudados, as dificuldades encontradas durante a pesquisa e algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 2 ESTRUTURAS METÁLICAS

---

### 2.1 HISTÓRICO

A partir do século XVIII o ferro começou a ser utilizado como material de construção. A estrutura mais significativa ainda existente construída em ferro fundido é a ponte de Coalbrookdale, na Inglaterra, com um vão livre de 31m e cuja construção foi completada em 1779 (Fig. 2.1). O ferro fundido sendo um material quebradiço e com baixa resistência mecânica à tração, se mostrava na época um material impróprio para tal fim estrutural. Dessa forma, os elementos estruturais dos arcos foram projetados para funcionarem à compressão, baseados no conhecimento e materiais da época como, por exemplo, a alvenaria de pedras.

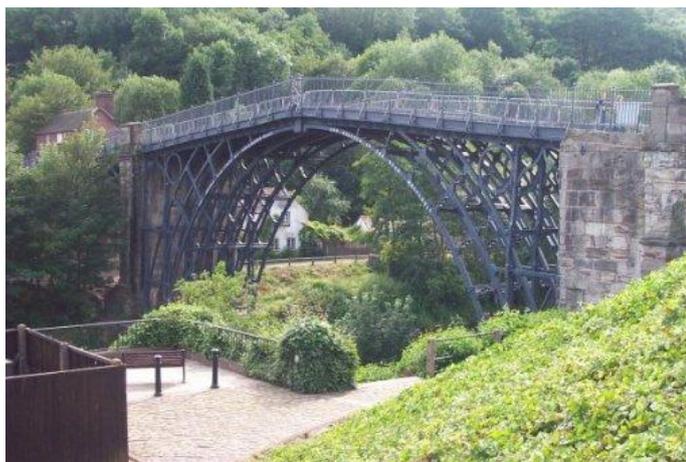


Figura 2.1 - Ponte de Ferro, Coalbrookdale, Inglaterra  
FONTE: USP (2006).

Outra ponte, a de Wearmouth (Inglaterra), em Dunderland, construída em 1796, destaca-se como uma das mais arrojadas, pois utiliza uma estrutura em arco abatido para vencer um vão de 70m.

A utilização de estruturas metálicas em edifícios cresce a partir da reconstrução, em ferro fundido, da cúpula do Mercado do Trigo, em Paris (1802). A cúpula original era em madeira e foi destruída após um incêndio.

A partir do século XIX, a construção metálica vem sendo utilizada no mundo como um processo construtivo rápido, preciso e de excelente retorno. Com a Revolução Industrial houve o avanço do ferro fundido e iniciou-se o uso generalizado do aço, principalmente para projetos estruturais de grande porte. (LOPES, 2006). Exemplos importantes foram: o Palácio de Cristal (fig. 2.2), de Joseph Paxton, para a Exposição Universal de Londres, em 1851; e a Galeria de Máquinas construída para a Exposição Universal de 1889, em Paris (REBELLO, 2007).



Figura 2.2 - Palácio de Cristal, Londres, Inglaterra.  
FONTE: THE CRISTAL PALACE (2007?)

Em substituição ao ferro fundido, o ferro laminado passa a ser mais utilizado, dado ao seu melhor desempenho à tração e flexão. Como exemplo de utilização pode ser citada a ponte ferroviária Britannia (1846), com vãos de 70m e 138m, e com estrutura de viga tubular com altura de 9m. (REBELLO, 2007)..

Apesar de conhecido desde a antiguidade, o aço começa a ser produzido em escala industrial apenas após a invenção de um forno apropriado, pelo inglês Henry Bessemer, em 1856. A primeira utilização estrutural do aço acontece em 1867, na Ponte Eades, sobre o rio Mississippi, em St Louis (EUA). (REBELLO, 2007).

A partir de então, o aço passa a substituir o ferro fundido e o ferro laminado nas estruturas. Das primeiras pontes aos arranha-céus que se multiplicam pelas grandes cidades, a arquitetura em aço sempre esteve associada à idéia de modernidade, inovação e vanguarda, traduzida em obras de grande expressão arquitetônica (Fig. 2.3 e 2.4).



Figura 2.3 - Ponte Akashi-Kaykio, no Japão.  
FONTE: USP (2006).



Figura 2.4 - 30 Saint Mary Axe, de Norman Foster em Londres.  
FONTE: 30 SAINT (2007).

No entanto, as vantagens na utilização de sistemas construtivos em aço vão muito além da linguagem estética de expressão marcante, já que a redução do tempo de construção, a racionalização no uso de materiais e mão de obra e o aumento da produtividade, passaram a ser fatores chave para o sucesso de qualquer empreendimento.

## 2.2 VANTAGENS

Em relação a sistemas construtivos convencionais, a construção em aço apresenta algumas vantagens significativas:

**Liberdade no projeto de arquitetura:** A tecnologia do aço confere aos arquitetos total liberdade criadora, permitindo a elaboração de projetos arrojados e de expressão arquitetônica marcante. Mas é importante ressaltar que o desenvolvimento de projetos em estruturas metálicas exige a utilização de premissas como a modulação, a repetição e um elevado nível de detalhamento, além de mão de obra especializada e tecnologia disponível.

**Maior área útil:** As seções dos pilares e vigas de aço são substancialmente mais esbeltas do que as equivalentes em sistemas construtivos convencionais como, por exemplo, o concreto. Resulta em maiores vãos, o que significa melhor aproveitamento do espaço interno e aumento da área útil.

**Flexibilidade:** A estrutura metálica mostra-se especialmente indicada nos casos onde há necessidade de adaptações, ampliações, reformas e mudança de ocupação de edifícios como no caso do presente estudo.

**Compatibilidade com outros materiais:** O sistema construtivo em aço é compatível com vários tipos de material de fechamento / vedação, tanto vertical como horizontal, admitindo desde os mais convencionais até componentes pré-fabricados. Vale lembrar, mais uma vez, a necessidade de se fazer um projeto bem detalhado e que avalie as diferenças de comportamento desses materiais e a utilização de interfaces compatíveis.

**Menor prazo de execução:** Pode ser alcançada uma redução de até 40% no tempo de execução quando comparado com os processos convencionais. A estrutura pode ser fabricada em paralelo com a execução das fundações, existe a possibilidade de se trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente além da redução de fôrmas e escoramentos. Mas, segundo GARCIA (2006), para que a obra seja breve torna-se necessário destinar um tempo maior para o projeto.

**Racionalização de materiais e mão-de-obra:** A estrutura metálica possibilita a adoção de sistemas industrializados, fazendo com que o desperdício de materiais seja sensivelmente reduzido em relação a obras convencionais.

**Alívio de carga nas fundações:** Por serem mais leves, as estruturas metálicas podem reduzir em até 30% o custo das fundações.

**Antecipação do retorno financeiro:** Em função da maior velocidade de execução da obra, haverá um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido.

**Organização e limpeza no canteiro de obras:** Como a estrutura metálica é pré-fabricada, há uma melhor organização do canteiro tornando-o mais limpo e com menor geração de entulho. Além disso, oferece melhores condições de segurança ao trabalhador contribuindo para a redução dos acidentes na obra.

**Precisão construtiva:** Numa estrutura metálica a unidade empregada é o milímetro. Isso garante uma estrutura apumada e nivelada facilitando atividades como o assentamento de esquadrias, instalação de elevadores, bem como redução no custo dos materiais de revestimento.

**Reciclabilidade:** O aço é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas.

Apesar de tantas vantagens o Brasil ainda enfrenta resistência cultural na aplicação das estruturas metálicas e pré-fabricados. Segundo GARCIA (2006), uma prática muito comum que quase sempre desfavorece a imagem desses sistemas está relacionada à sua má utilização. A adaptação de peças ou estruturas industrializadas a um projeto que não foi pensado para tal, quase sempre repercute em adaptações forçadas, estruturas caras e obras deficientes; enfim, um processo irracional e que muitas vezes compromete a eficiência da obra como um todo.

### **2.3 A RACIONALIZAÇÃO NAS ETAPAS DE PROJETO E EXECUÇÃO**

A especificação da estrutura metálica exige a aplicação, aos processos de projeto e execução de edifícios, de conceitos primordiais como a racionalização e a industrialização. A inter-relação entre todas essas etapas deve ser enfatizada.

“A racionalização de um processo construtivo nasce na concepção, desenvolve-se no projeto e materializa-se na construção de uma edificação” (COELHO<sup>1</sup>, 2002, *apud* CAIADO, 2005).

Ao iniciar o desenvolvimento do processo projetual deve-se estabelecer parâmetros que norteiem todos os trabalhos relacionados com a produção do edifício, desde a sua forma até a sua execução, utilização e preservação. Trata-se de um novo conceito chamado Engenharia Simultânea ou *Design Building* em que as várias atividades do processo de projeto são conduzidas de forma paralela ao invés de sequencial (CAIADO, 2005).

Segundo CAIADO (2005), para assegurar a qualidade do projeto, esse projeto deverá incluir: o projeto de sistemas para o produto, a determinação da amplitude aceitável dos parâmetros da qualidade, da confiabilidade dos componentes e submontagens e o estabelecimento de tolerâncias e especificações de dimensões finais, tornando-se necessário o estabelecimento dos requisitos e planos globais de construtibilidade, ou seja:

- Análise dos resultados de desempenho em empreendimentos similares já executados;
- Análise das soluções alternativas de projeto junto aos projetistas e proprietário, distinguindo quais as características que fazem uma solução particular mais efetiva que a outra;
- Identificação das restrições de projeto (custo, prazo, clima, materiais, componentes, mão-de-obra);
- Identificação dos níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais;
- Identificação das interfaces entre materiais e elementos construtivos; e

---

<sup>1</sup> COELHO (2002)

- Identificação da complexidade da seqüência de operações no canteiro e as tolerâncias a serem consideradas.

## 3 INTERFACES

---

### 3.1 INTERFACES: ESTRUTURA DE AÇO X SISTEMAS DE FECHAMENTOS

Para atingir um nível razoável de discussão sobre interfaces em estruturas diferenciadas, um dos focos do presente trabalho, são necessárias algumas considerações sobre interfaces entre estruturas de aço e seus sistemas de fechamento.

A construção metálica tem como característica trabalhar com materiais industrializados ou pré-fabricados que apenas são montados no canteiro. Os perfis da estrutura, pelo fato de serem elementos industrializados, apresentam grau de precisão muito grande em suas dimensões, com tolerâncias mínimas de fabricação, e exigem que os demais elementos apresentem também precisão em suas dimensões. Durante a montagem não existe espaço para reformulação e improvisação. Portanto, é necessário que o projeto seja cuidadoso e que exista um detalhamento muito apurado dos elementos que compõem o sistema (COSTA, 2004).

A construção industrializada no Brasil deve ser pensada e executada de acordo com as suas peculiaridades. É importante lembrar que a maioria das soluções adotadas são tecnologias importadas de outros países, onde quase sempre a realidade é bem diferente.

Os materiais utilizados no fechamento apresentam propriedades diferentes de absorção e transmissão de calor e de umidade, que produzem dilatação e contração do material. Este fato deve ser previsto com a utilização das juntas, que devem ser convenientemente tratadas para permitir a dilatação térmica e ao mesmo tempo garantir a estanqueidade (COSTA, 2004). Além disso, pode-se utilizá-las como premissa de projeto proporcionando ritmo interessante ao desenho arquitetônico com a modulação.

Ao se detalhar interfaces entre estrutura e sistemas de fechamento pré-fabricados é necessário consultar os catálogos técnicos de seus respectivos fabricantes, onde poderão ser encontradas informações úteis com relação às melhores soluções.

Quando se opta por alvenarias convencionais é necessário que o projetista também detalhe as uniões entre os diferentes materiais o que evitará o aparecimento de patologias como trincas ou fissuras. De qualquer forma é de suma importância perceber que os fatores tempo e logística de execução são afetados.

### **3.2 INTERFACES: ESTRUTURA DE AÇO X ESTRUTURAS CONVENCIONAIS**

Em um projeto cuidadoso em estruturas metálicas deve-se

evitar descontinuidade nas ligações e bolsas onde água e poeira possam se acumular. Tanto quanto possível, as superfícies devem ser facilmente acessíveis para inspeção, limpeza e pintura. (AÇOMINAS, 1989).

No caso de interfaces entre estruturas de aço e convencionais devem-se tomar outros cuidados. Alguns critérios podem ser percebidos a partir do que já foi mais estudado nesse campo como as interfaces entre a estrutura metálica e outros elementos industrializados como, por exemplo, os subsistemas de fechamento.

O aço apresenta alta condutibilidade térmica, o que provoca grande movimentação da estrutura, se comparada a outros sistemas estruturais como o concreto armado e a alvenaria estrutural. É importante levar em consideração que esta movimentação é maior onde ocorre diferenciação acentuada de temperatura entre o dia e a noite, como no caso brasileiro (COSTA, 2004). Além disso, a movimentação da estrutura pode ocorrer também devido à escolha inadequada das geometrias dos perfis.

Segundo REBELLO (2003), cada material tem suas características próprias, dadas pela sua composição molecular. Alguns materiais, como o concreto armado, apresentam grande resistência à compressão e baixa resistência à tração. Outros como o aço, apresentam resistências iguais quando comprimidos ou tracionados. As propriedades físicas dos materiais podem variar conforme a direção em que sejam analisadas ou, em casos mais drásticos, de ponto para ponto. Um material isotrópico e homogêneo, como o aço, não exige grande preocupação quanto à direção em que é solicitado por uma força; o mesmo já não ocorre com a madeira que, por ser um material natural e formado por fibras, apresenta uma direção mais resistente do que a outra.

Dessa forma, quando se pensa em interfaces entre estruturas de materiais distintos, a eficiência das escolhas feitas pelos profissionais depende também da averiguação de alguns aspectos como: as cargas atuantes, os movimentos pós-montagem e deformação lenta dos materiais, as tolerâncias e as juntas, e os sistemas e dispositivos de fixação, a tentativa de padronização e o grau de dificuldade para fabricação das peças.

“A associação de materiais, quando adequadamente resolvida, conduz a soluções extremamente interessantes, seja no aspecto econômico, seja no estético” (REBELLO, 2003).

Nesses casos o desenho das ligações também assume uma grande importância. O formato, posição e quantidade de parafusos, a utilização ou não de solda, chapas de ligação e nervuras de enrijecimento, são alguns dos itens que devem ser convenientemente trabalhados pelo arquiteto em conjunto com o engenheiro calculista.

É muito comum em edificações convencionais pré-existentes o desalinhamento entre elementos estruturais e a falta de prumo em elementos de fechamento. Dessa forma, alguns cuidados devem ser tomados a fim de evitar ou pelo menos diminuir aborrecimentos durante a execução além de patologias futuras.

Um exemplo de detalhe construtivo interessante é a utilização de furos obilongos na chapa de ligação para facilitar a montagem (fig. 3.1), além da possibilidade de adequar a estrutura a pequenas folgas imprevistas.



Figura 3.1 - Detalhe - furos obilongos.  
FONTE: BELLEI (2006)

Outro exemplo que pode ajudar em algumas correções é a utilização de *grout*<sup>2</sup> em frestas que podem ocorrer entre a estrutura de aço e uma de concreto ou alvenaria estrutural como será exemplificado futuramente no decorrer do estudo.

Também é comum o uso de neoprene<sup>3</sup> entre estrutura e chapas de apoio para amortecimento, como ilustrado pela figura 3.2.

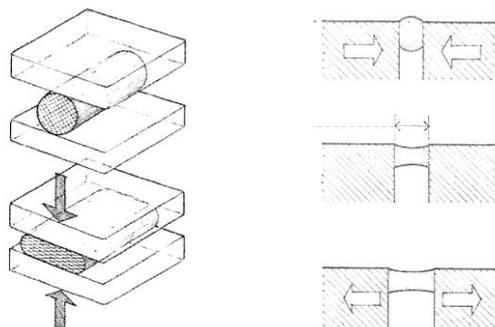


Figura 3.2 - Borracha sintética - deformação  
FONTE: CHING (2000).

Já a resina epóxi<sup>4</sup> é um material bastante utilizado para fixação de chapas metálicas nas peças pré-existentes, sejam elas de concreto, madeira e até em tijolos cerâmicos ou alvenaria de pedra.

No caso de sistemas como taipa de pilão, adobe e pau-a-pique o mais aconselhável é a desvinculação entre a estrutura pré-existente e a nova estrutura em aço. A desvinculação refere-se ao fato de que o caminho das cargas não passe pela estrutura antiga, mesmo que haja interfaces não estruturais entre as mesmas.

---

<sup>2</sup> O grout de base mineral ou de base epóxi é uma argamassa de grande fluidez, alta resistência, não apresenta retração e é auto-adensável. Como atinge altas resistências rapidamente pode ser desformado em 24 horas. (SOUZA, 1998)

<sup>3</sup> “Borracha sintética caracterizada por sua resistência superior a óleos e à luz solar, utilizada em tintas, membranas de cobertura, placas de proteção, juntas de vedação e suporte” (CHING, 2000)

<sup>4</sup> “Qualquer uma dentre uma série de resinas de termocura capazes de formar estruturas poliméricas altamente coesas, caracterizadas por sua dureza, aderência firme e elevada resistência à corrosão e a agentes químicos, utilizadas em revestimentos de superfície e adesivos.” (CHING, 2000).

Serão apresentadas, a seguir, algumas considerações e exemplos de interfaces entre estruturas de aço e estruturas convencionais (concreto armado, alvenarias autoportantes e madeira) e suas particularidades de projeto.

### 3.2.1 AÇO X CONCRETO ARMADO

Existem várias maneiras de se resolver as interfaces entre elementos de aço e de concreto: com o uso de nichos, consoles de concreto ou aço, chapas com pinos e chumbadores de expansão ou protendidos. (BELLEI, 2006).

#### 3.2.1.1 Soluções durante a construção

Na fase de projeto podemos definir qual a melhor solução a ser executada durante a fase de construção. Podemos destacar as seguintes soluções (figura 3.3):

- a) Através de chapas de apoio sobre concreto ou alvenaria;
- b) Por meio de chapas e pinos previamente deixados no concreto;
- c) Por meio de consoles feitos previamente no concreto;
- d) Por meio de nichos previamente feitos no concreto.

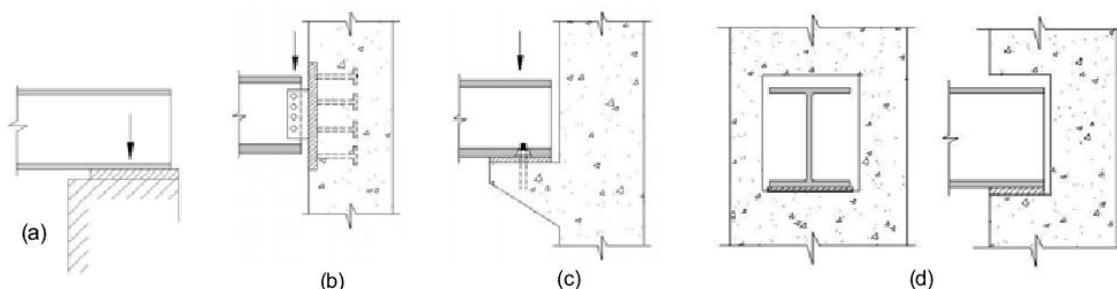


Figura 3.3 - Tipos de apoio aço-concreto - soluções durante a construção.  
FONTE: BELLEI (2006)

No caso (b) da figura acima, a ligação entre vigas de aço e pilares ou paredes de concreto, através de chapas e pinos pode ser concebida para transmitir somente forças verticais ou a combinação de forças verticais, horizontais e momentos fletores (fig. 3.4).

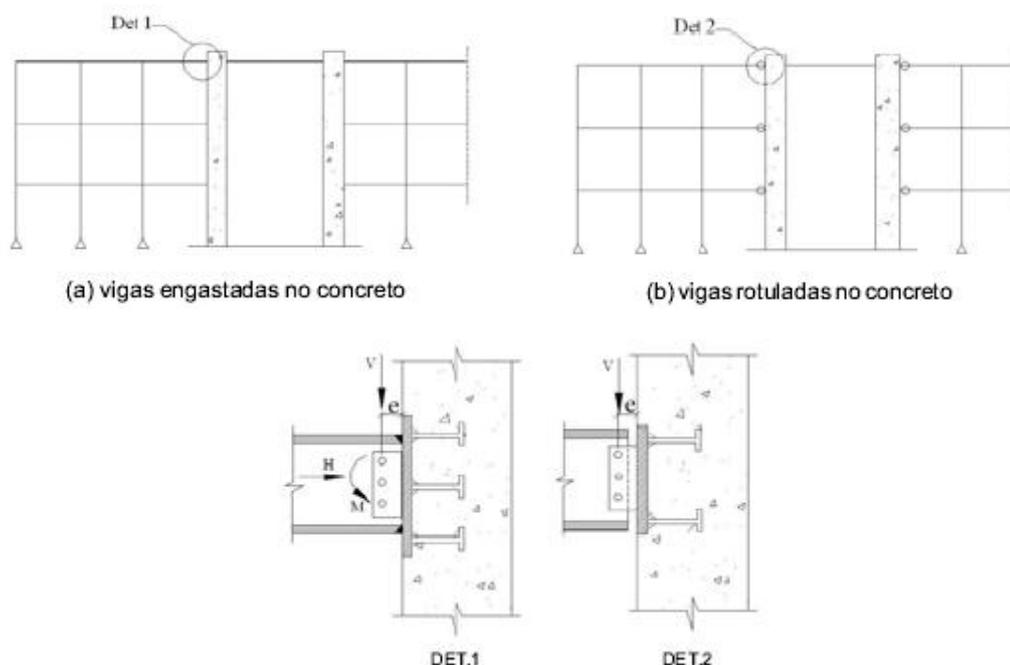


Figura 3.4 - Soluções de fixação de acordo com a vinculação: (det.1) engastada; (det.2) rotulada .  
 FONTE: BELLEI (2006).

Especificamente no caso (c) da figura 3.3, consoles feitos previamente no concreto, exige-se como medida de segurança a colocação de chumbadores para cisalhamento. Em soluções após a construção pronta, podem-se utilizar artifícios semelhantes.

### 3.2.1.2 Soluções após a construção pronta

Para estes casos, objetos da pesquisa em questão, a solução mais viável é a colocação de chapas fixadas através de chumbadores de expansão (parafusos autoatarrachantes) ou de fixadores com adesivos químicos (fig. 3.5). Mas cada caso é um caso e requer soluções específicas como veremos em exemplos posteriores.

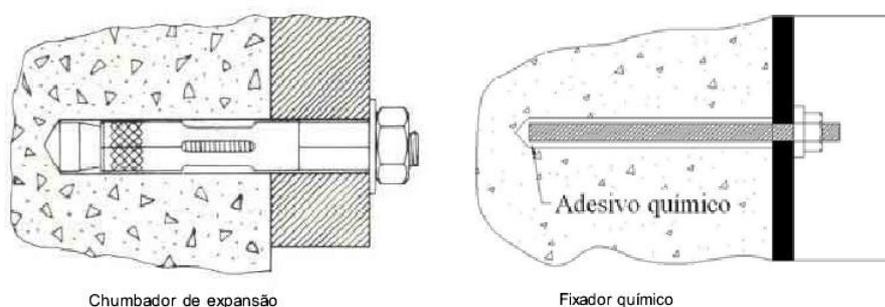


Figura 3.5 - Soluções de fixadores para construção pré-existente em concreto armado  
 FONTE: BELLEI (2006).

Os chumbadores de expansão também denominados parafusos autoatarrachantes são usados para pequena intensidade de carga, pois, em geral, possuem pequena resistência à tração. São compostos por haste de aço com uma capa na ponta que permite a abertura quando apertado fixando-se por meio de aderência no concreto.

Já o fixador químico é um dos mais usados devido a sua boa resistência à tração e ao cisalhamento. É constituído de barra roscada de aço junto com uma ampola ou cartucho de adesivo químico que permite uma fixação rápida e segura.

A escolha do tipo de fixadores pode variar com a espessura do pilar ou outro elemento de concreto em que serão inseridos. No caso de pilares de grandes espessuras, com seção acima de 500mm de lado, podem-se utilizar parafusos de expansão ou químicos (figura 3.6a e b). No caso de pilares com dimensões menores que 500mm, na largura ou no comprimento da seção, a melhor solução é a colocação de chumbadores ou parafusos passantes, que atravessam toda a espessura do pilar, fixando-se em uma outra chapa do outro lado, proporcionando proteção ao chumbador (figura 3.6c). Quando essas chapas contornam todo o pilar existente, esse sistema também pode ser chamado de colarinho.

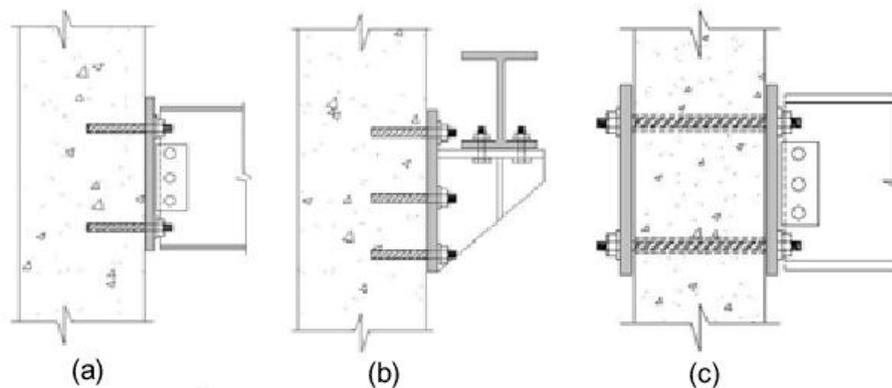


Figura 3.6 - Fixação através de chumbadores: (a) de expansão, (b) químicos ou (c) protendidos.  
FONTE: BELLEI (2006).

As ligações das figuras 3.6a e 3.6c são rotulada o que as tornam boas soluções na prática, pois permitem a flexibilidade e movimentação longitudinal da viga.

É comum o uso de consoles metálicos para casos de construções prontas onde não foi possível a produção de um console de concreto, como representado na figura 3.7.

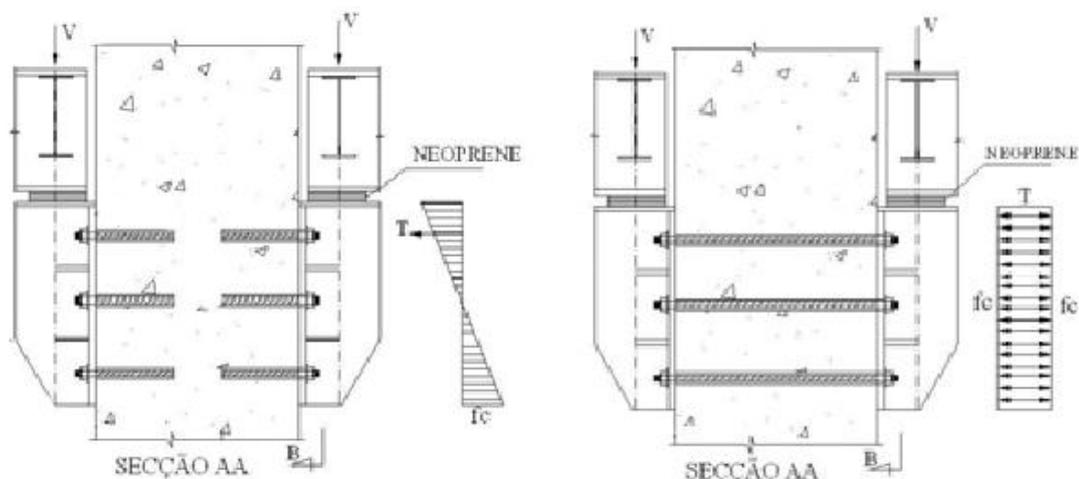
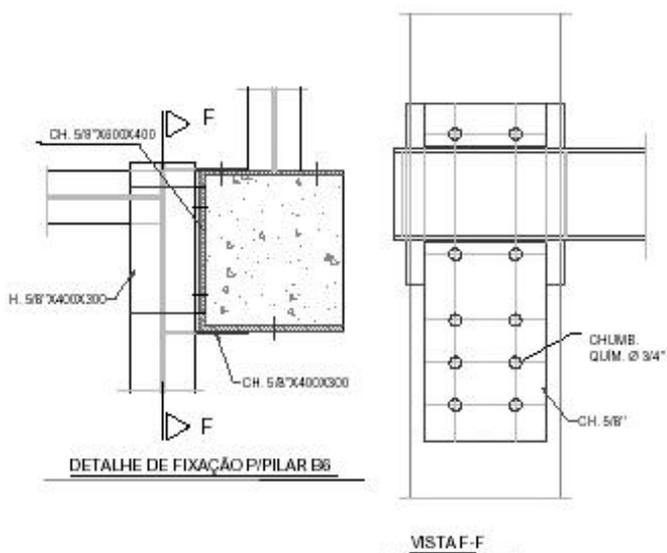


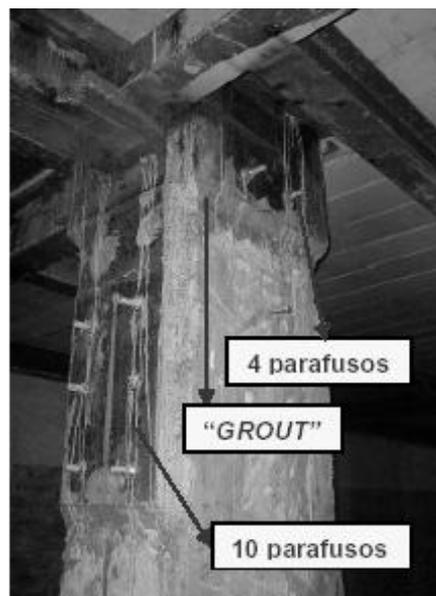
Figura 3.7 - Exemplos que utilizam consoles metálicos e neoprene.  
 FONTE: BELLEI (2006).

Para acabar com as irregularidades que existem comumente na superfície dos pilares e para um perfeito contato entre a chapa e o pilar pode ser feito um acabamento com *grout* (CAMPOS, 2006). Além disso, é possível diminuir as chances de corrosão nessas frestas, seja na nova estrutura de aço ou na armadura interna do concreto armado.

Um exemplo que ilustra bem alguns artifícios utilizados por engenheiros e construtores no projeto de interfaces aço-concreto é o edifício do TRT– Tribunal Regional do Trabalho - no Rio de Janeiro. Devido a um desalinhamento de até 210mm de alguns pilares de eixos paralelos onde seriam fixadas três vigas (fig. 3.8), foi feito um berço com chapas de 5/8" para o apoio da viga principal e seu total alinhamento. Ainda foram colocadas outras chapas, também de 5/8", para ligação das outras vigas ao colarinho do pilar. Este recurso foi utilizado para eliminar a excentricidade de carga nos chumbadores. Com isso formou-se um caixão entre a viga e o colarinho (CAMPOS, 2006).



a) Detalhe da fixação do colarinho



b) Foto do pilar

Figura 3.8 - Exemplo de interface com colarinho metálico em pilar de concreto.  
 FONTE: CAMPOS (2006).

O exemplo da figura 3.9 é bem parecido com o anterior, pois também utiliza placa de conexão e parafusos. Mas nesse caso não houve a necessidade do colarinho já que se considera que a viga metálica é alinhada ao pilar de concreto existente.

Um *covermeter* pode ser utilizado para analisar a estrutura de concreto. Os furos para ancoragem são então marcados e posicionados. Uma chapa de conexão pré-fabricada é assentada em base epoxídica e presa no concreto por fixadores de expansão. A viga de aço é então parafusada no chapuz da placa usando parafusos de alta aderência e resistência (HSFG). O ajuste das peças pode ser facilitado através de furos obilongos e placa de ajuste entre a viga de aço e a porca.

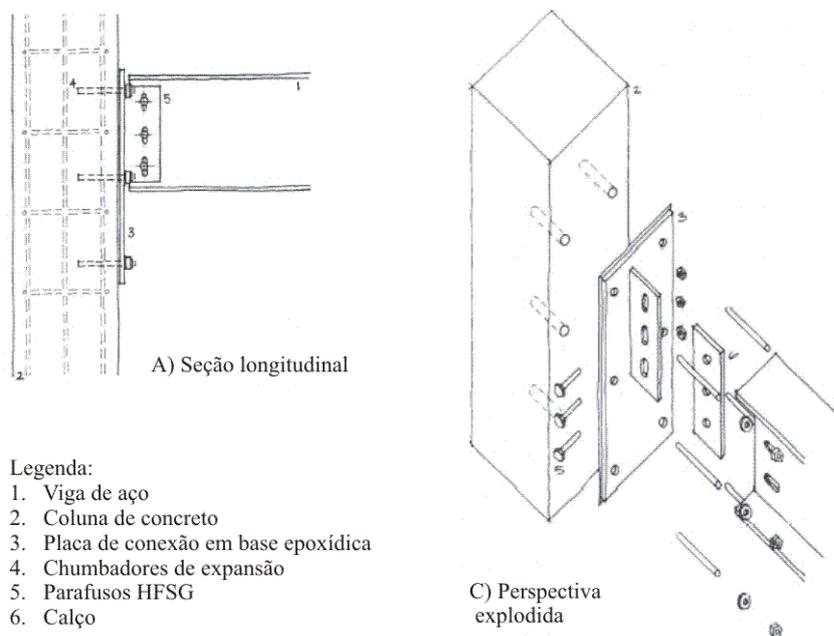


Figura 3.9 - Viga de aço em pilar de concreto (exemplo 1).  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Outro exemplo de interface entre viga metálica e coluna de concreto pode ser observado na figura 3.10. Neste caso utiliza-se console metálico no apoio da viga, o que auxilia a distribuição das cargas ao longo da interface com o pilar. O número de chumbadores de expansão também determina a capacidade para transferência de cargas como pode ser visto na figura 3.11 que mostra a diferença de carregamento nos dois exemplos.

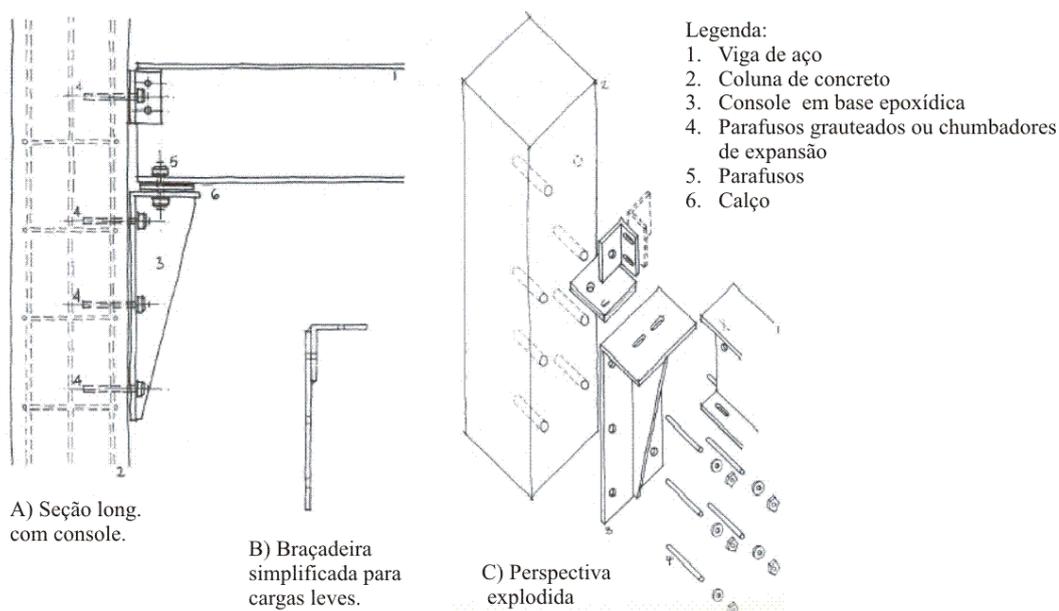


Figura 3.10 - Interface entre viga de aço e pilar de concreto com console metálico.  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Legenda:

1. Carregamento na viga metálica
2. Carregamento na conexão
3. Reação vertical
4. Tração devido à excentricidade
5. Compressão devido à excentricidade
6. Restrição lateral
7. Força de ancoragem (se necessário) por tensão no parafuso ou influência do concreto

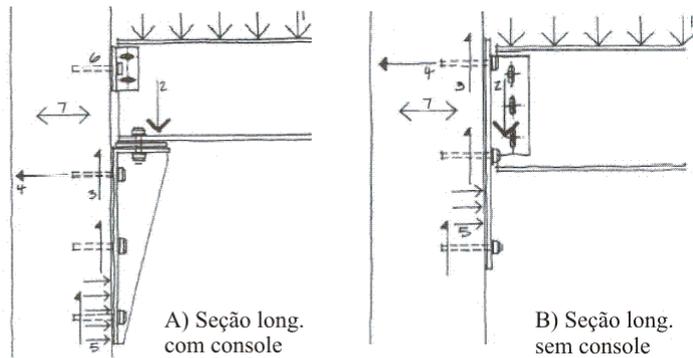


Figura 3.11 - Carregamento em interface viga de aço - pilar de concreto com e sem console metálico.

FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Tais interfaces entre viga metálica e coluna de concreto também podem ser utilizadas em paredes de concreto. Para esse caso, existem algumas outras sugestões como os exemplos das figuras a seguir.

Na figura 3.12, no caso (A), o quadro pode utilizar fixadores químicos. Devem-se evitar excentricidades excessivas já que a resistência está limitada pela capacidade de tração do elenco de fixadores, o que pode dificultar a montagem. Quando a conexão precisa suportar cargas pesadas ou resistir a grandes excentricidades, é melhor optar pela opção (B) que utiliza parafusos passantes. Nesse caso é necessário considerar os esforços adicionais que surgem da rigidez da ligação. Ambas as opções (A e B) constituem boas soluções de ligações rotuladas na prática.

Legenda:

1. Viga de aço
2. Parede de concreto
3. Placa de conexão em base epoxídica
4. Quadro de fixação
5. Parafusos passantes
6. Braçadeira de nivelamento com reforço opcional
7. Calço para ajuste vertical
8. Calço para ajuste horizontal

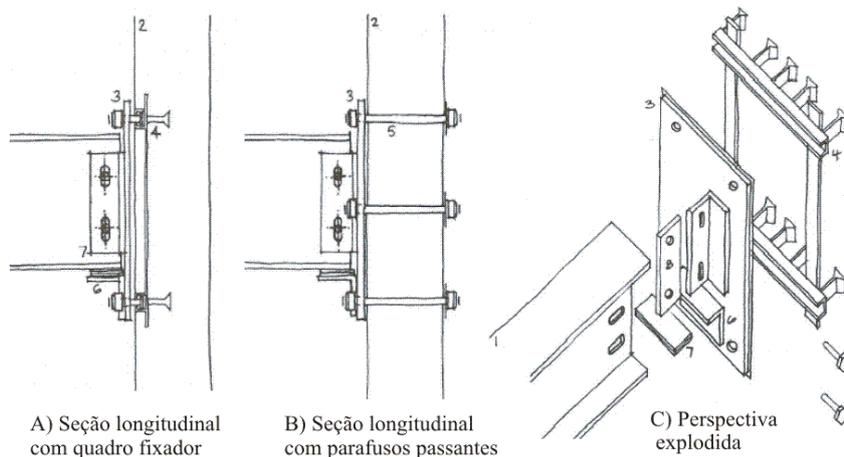


Figura 3.12 - Opções de interfaces entre viga de aço e parede de concreto com quadro ou protensão.

FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Na interface mostrada na figura 3.13 uma abertura é feita na parede de concreto que, de preferência, deve ser prevista no projeto de fôrmas quando se trata de uma construção nova. Uma viga de aço é introduzida na abertura e apoiada em calços empilhados, em epóxi ou reboco. A viga é presa na parede formando uma conexão temporária e depois a abertura é preenchida com concreto bem compactado. Travamentos podem ser soldados à viga de aço durante sua fabricação para melhorar a ancoragem no concreto. A braçadeira de reforço pode não ser necessária se a viga tiver restrição ao movimento longitudinal, mas nesse caso deve ser considerado o efeito do movimento de restrição contido na placa de extremidade da viga. Quando grandes forças axiais forem transferidas, conectores adicionais podem ser necessários. Uma outra observação importante é que se deve considerar a estabilidade da viga antes do preenchimento da abertura com concreto. Este detalhe provê uma conexão simples que permite altos níveis de ajuste horizontal e vertical.

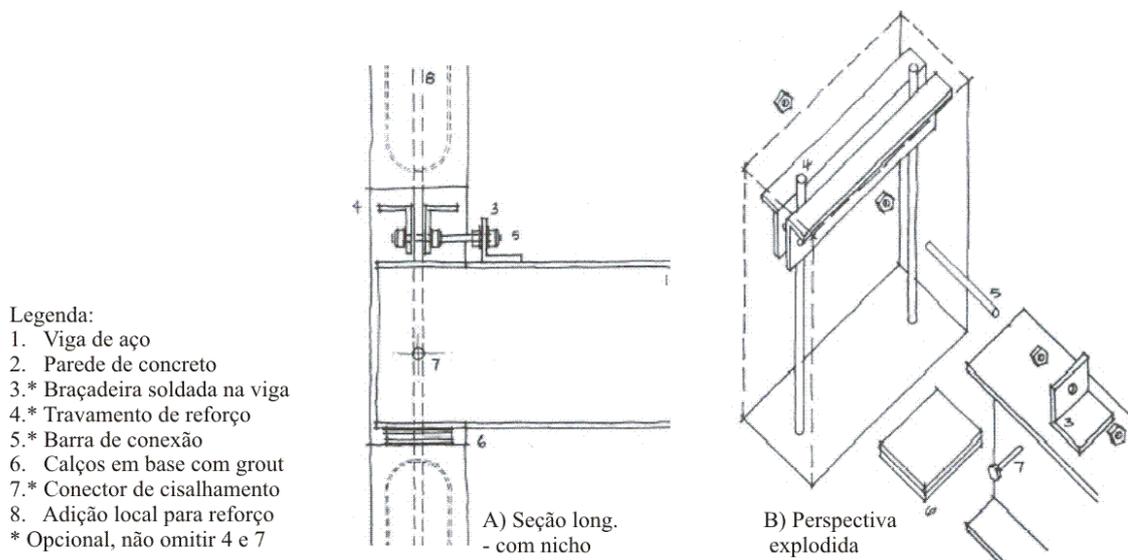


Figura 3.13 - Interface entre viga de aço e parede de concreto com nicho.  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

As opções da figura 3.14 são bastante aplicadas em conexões entre vigas de aço e paredes de concreto deterioradas ou quando as vigas de concreto existentes já não oferecem suporte suficiente. Sua diferença principal em relação aos outros dois casos mostrados é sua fixação com duas braçadeiras enrijecidas que travam a viga de aço através das mesas superior e inferior. A fixação dessa braçadeira acontece, na opção

(A), através de parafusos cegos e, na opção (B), através de solda aplicada na placa de conexão pré-fabricada.

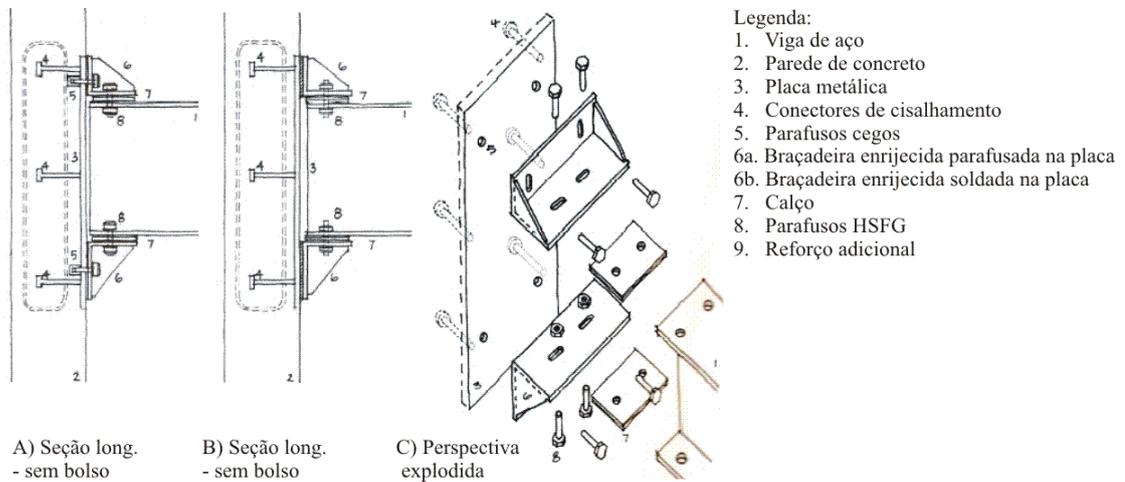


Figura 3.14 - Interface entre viga de aço e parede de concreto com chapuz enrijecido.  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Em relação ao carregamento, os três casos diferem principalmente no que se refere à transferência dos esforços à estrutura preexistente (fig. 3.15).

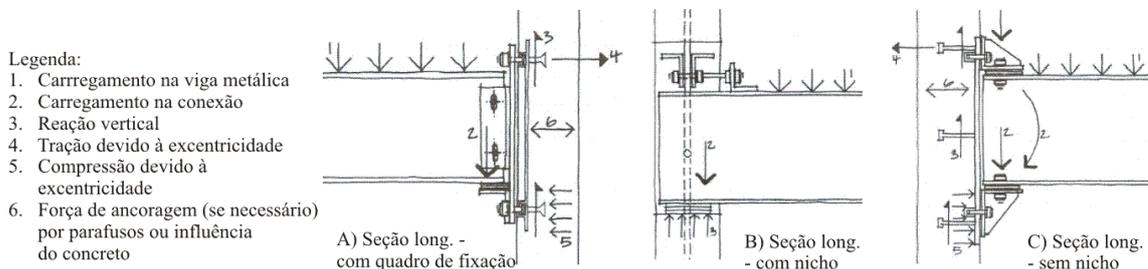


Figura 3.15 - Carregamento em interfaces entre viga de aço e parede de concreto.  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Quando o elemento em que se deseja fixar a viga metálica é uma viga de concreto, outras opções podem ser sugeridas, como mostram os exemplos a seguir.

O primeiro exemplo dessa tipologia de ligação aço-concreto (fig. 3.17 e 3.18) se aplica em conexões de apoio simples, ou seja, em que não existe transferência de momento entre a viga de aço e a viga de concreto (pelo menos teoricamente).

A placa metálica de conexão é parafusada na viga de concreto usando chumbadores de expansão e assentada em base epoxídica. Pode também ser necessário que haja injeção de grout depois do posicionamento da placa.

A viga de aço é parafusada na braçadeira previamente soldada na chapa de ligação com auxílio de um calço. Caso a viga de concreto exija transferência de carga axial (por não existir alternativa de trajetória), podem-se usar parafusos HSF.

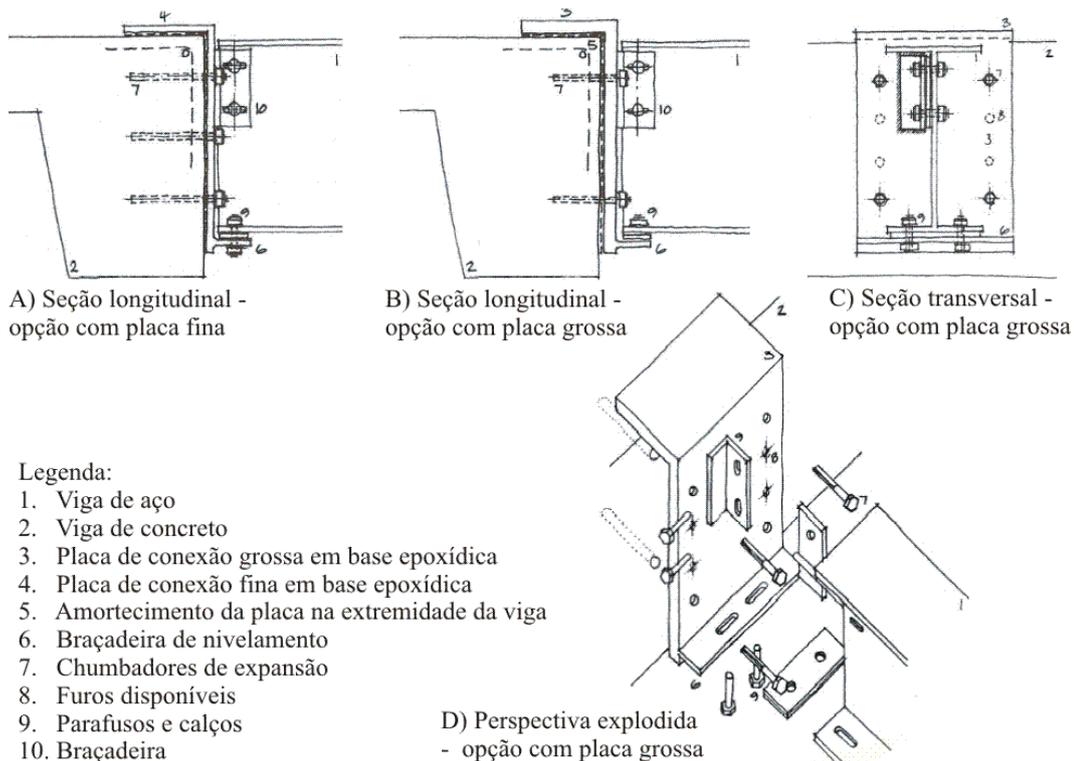


Figura 3.16 - Viga de aço simplesmente apoiada em viga de concreto.  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

As cargas podem ser transferidas de duas maneiras, como apresentado na figura 3.17:

A braçadeira grossa pode transferir cargas verticais para o topo da viga de concreto na direção da placa de topo. Isso requer uma braçadeira suficientemente rígida para distribuir as cargas por uma área razoável. Um amortecimento pode ser incluído para proteger a extremidade da viga de concreto de cargas concentradas que podem causar fissuras.

Já na opção em que se utiliza placa fina, o topo da braçadeira apenas auxilia o assentamento da conexão na viga de concreto.

Legenda:

1. Carregamento na viga metálica
2. Carregamento na conexão
3. Reação vertical
4. Cisalhamento no parafuso
5. Tração devido à excentricidade
6. Compressão devido à excentricidade
7. Força de ancoragem (se necessário) por tração dos parafusos ou influência do concreto

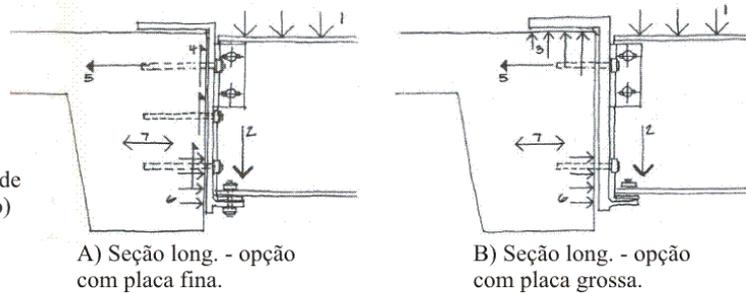
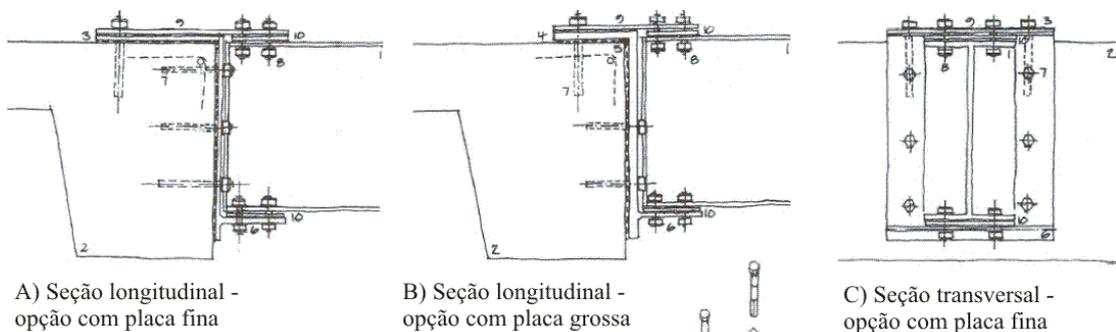


Figura 3.17 - Carregamento em viga de aço simplesmente apoiada em viga de concreto.  
FONTE: Adaptada de SCI (1996).



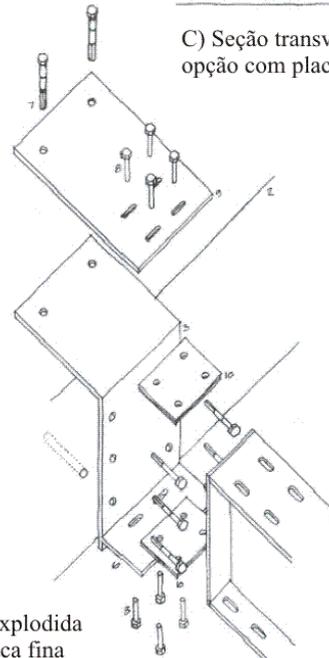
A) Seção longitudinal - opção com placa fina

B) Seção longitudinal - opção com placa grossa

C) Seção transversal - opção com placa fina

Legenda:

1. Viga de aço
2. Viga de concreto
3. Placa de conexão fina em base epoxidica
4. Placa de conexão grossa em base epoxidica
5. Amortecimento da placa na extremidade da viga
6. Braçadeira de nivelamento
7. Chumbadores de expansão
8. Parafusos HSFG
9. Placa de travamento
10. Calço



D) Perspectiva explodida - opção com placa fina

Figura 3.18 - Viga de aço engastada em viga de concreto.  
FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Existem soluções semelhantes a essas em que se utilizam placas de conexão maiores e com mais parafusos. As opções variam com a necessidade de carregamento e vinculação entre as estruturas e, por isso, implicam na robustez da conexão.

Nestes exemplos, como pode ser visto na figura 3.19, há transmissão de momento fletor, o que implica em necessidade de maior rigidez da ligação.

Legenda:

1. Carregamento na viga metálica
2. Carregamento na conexão
3. Reação vertical
4. Cisalhamento no parafuso
5. Cisalhamento devido ao momento e à excentricidade
6. Compressão devido ao momento e à excentricidade
7. Força de ancoragem (se necessário) por parafuso de cisalhamento ou influência do concreto

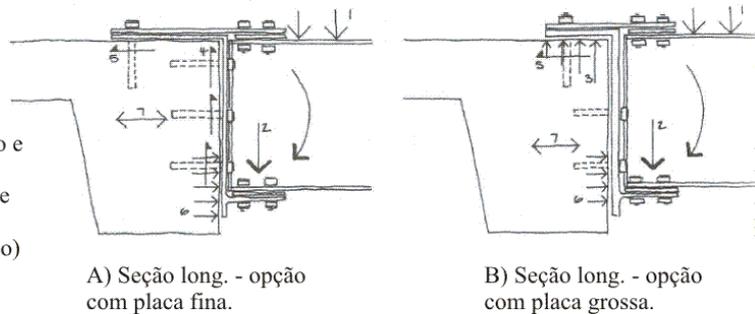
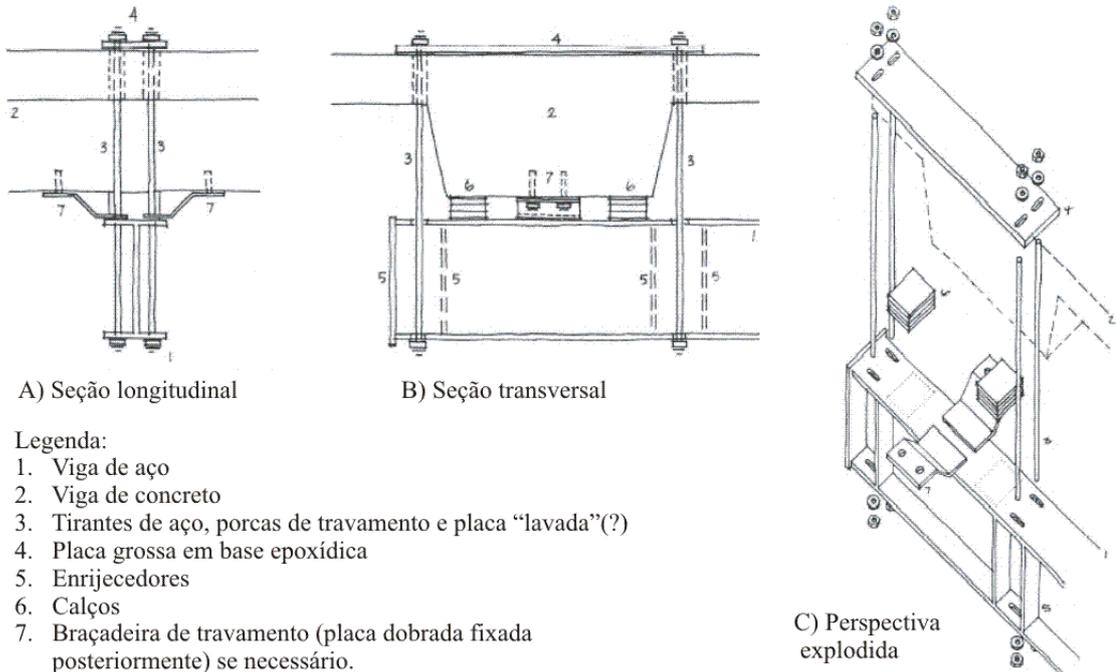


Figura 3.19 - Carregamento em viga de aço engastada em viga de concreto.

FONTE: Adaptada de SCI (1996).

A interface proposta na figura 3.20 refere-se a uma viga metálica pendurada em uma de concreto já existente. Os tirantes são presos a uma grande placa de aço fixada no topo da viga de concreto com epóxi, mas que, para cargas leves, pode ser substituída por duas placas menores, uma para cada par de tirantes.



Legenda:

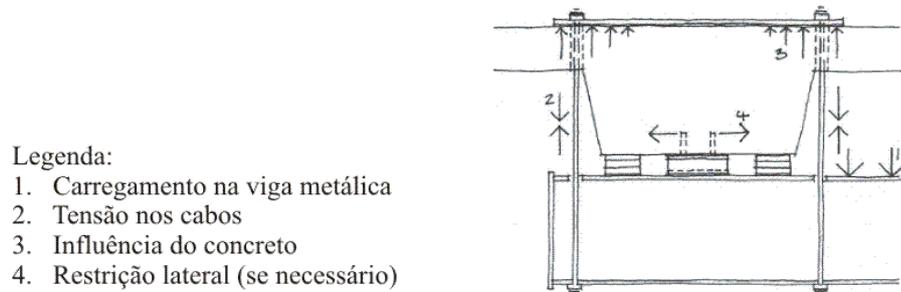
1. Viga de aço
2. Viga de concreto
3. Tirantes de aço, porcas de travamento e placa "lavada" (?)
4. Placa grossa em base epoxídica
5. Enrijecedores
6. Calços
7. Braçadeira de travamento (placa dobrada fixada posteriormente) se necessário.

Figura 3.20 - Viga de aço pendurada em viga de concreto.

FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Entre a mesa superior da viga de aço e a face inferior da viga de concreto utilizam-se calços para ajuste de nível, que devem ser soldados à viga metálica quando não existir

restrição horizontal suficiente. Caso seja necessária a existência de restrição lateral podem-se utilizar braçadeiras de travamento. Para ajudar a locação dos tirantes podem ser utilizados enrijecimentos na viga metálica e, para um melhor ajuste de todo o conjunto, uma opção interessante é alargar bastante os furos no concreto.



Legenda:

1. Carregamento na viga metálica
2. Tensão nos cabos
3. Influência do concreto
4. Restrição lateral (se necessário)

Figura 3.21 - Carregamento em viga de aço pendurada em viga de concreto.

FONTE: Adaptada de SCI (1996).

### 3.2.1.3 Reforço em estruturas de concreto-armado

Segundo SOUZA (1998), uma estrutura de concreto-armado pode apresentar-se “doente” em vários graus e necessitar de intervenções para que sua integridade seja garantida. Esta intervenção é chamada de reforço quando tiver a finalidade de aumentar ou de reconstituir a capacidade portante da estrutura.

Os motivos pelos quais são necessários trabalhos de reforço em uma estrutura de concreto são os seguintes: correção de falhas de projeto ou de execução; aumento da capacidade portante da estrutura para permitir modificações em seu uso; regeneração da capacidade portante, diminuída em virtude de desgaste, deterioração ou de acidentes como choques ou incêndios; e modificação da concepção estrutural, como o corte de uma viga, por exemplo, por necessidade arquitetônica ou de utilização.

Nas figuras a seguir, podem-se ver exemplos em que são adicionados chapas ou perfis metálicos a vigas de concreto. Estas são boas opções de reforço para casos de emergência ou quando se têm restrições quanto à geometria da estrutura existente. Em interfaces entre os dois materiais, como já foi comentado anteriormente, é comum o preenchimento dos espaços vazios com resina epoxídica que também auxilia sua fixação.

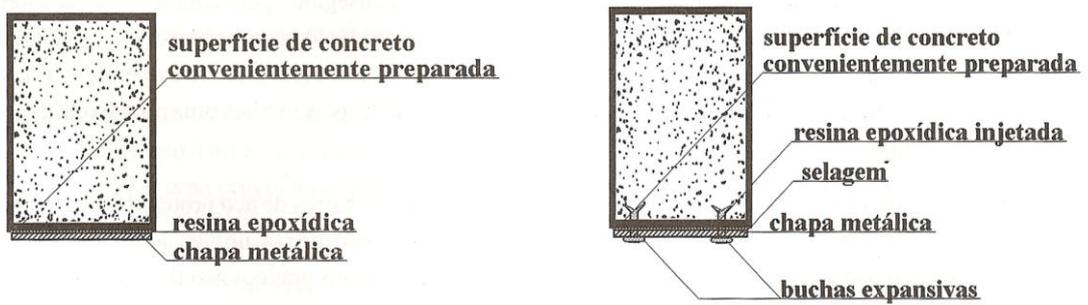


Figura 3.22 - Reforço de vigas de concreto fletidas com chapas metálicas, apenas com colagem (esquerda) e também com chumbamento (direita).  
 FONTE: SOUZA (1998).

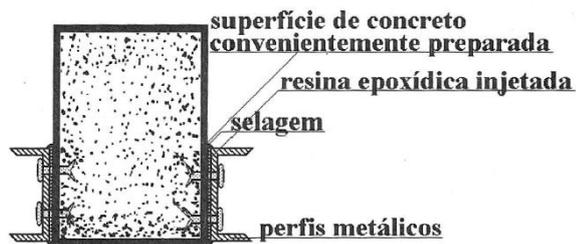


Figura 3.23 - Viga de concreto-armado reforçada com perfis metálicos.  
 FONTE: SOUZA (1998).

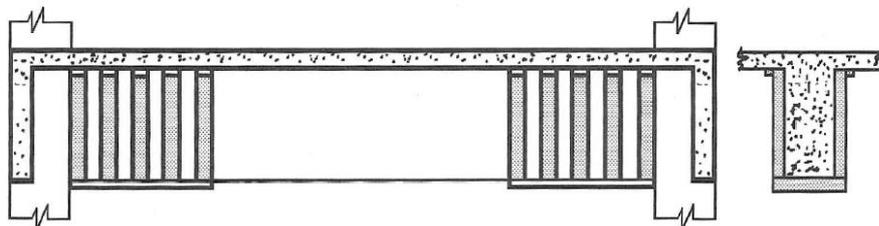


Figura 3.24 - Reforço de viga de concreto ao cisalhamento através de chapas coladas.  
 FONTE: SOUZA (1998).

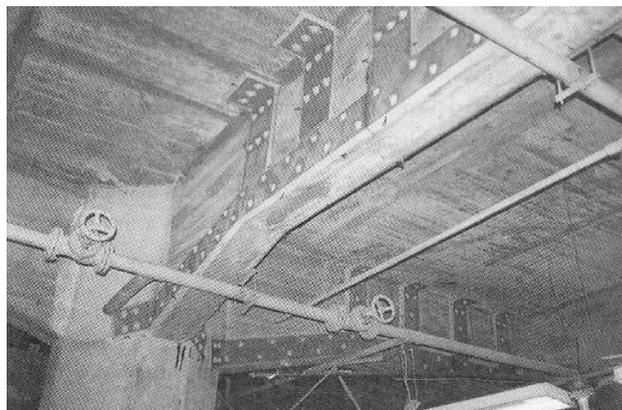


Figura 3.25 - Exemplo de reforço com chapas metálicas chumbadas.  
 FONTE: SOUZA (1998).

Já a técnica de protensão exterior (não aderente), com a utilização de barras ou cabos, vem sendo a preferida por especialistas em serviços de recuperação ou reforço de estruturas, principalmente em casos como, por exemplo, a costura de fendas em vigas como mostra a figura 3.26. Os tirantes também podem ser utilizados para a inibição de deformação ou a redistribuição de esforços em peças contínuas (SOUZA, 1998).

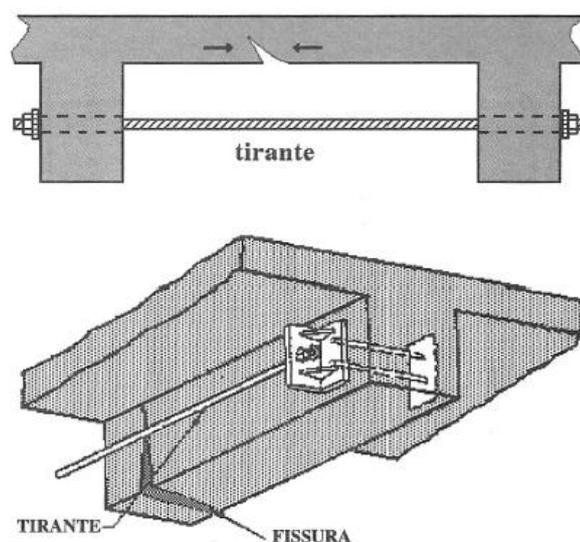


Figura 3.26 - Costura de fissuras em viga de concreto através da protensão exterior.  
FONTE: SOUZA (1998).

No caso de reforço em pilares de concreto, o projeto dependerá diretamente do fator que ocasionou a necessidade da intervenção:

- Caso o pilar esteja tão danificado a ponto de já não cumprir mais sua finalidade, pode-se optar pela solução de substituição por perfis metálicos (fig.3.27);
- Mas no caso de uma mudança de utilização da estrutura que, por algum motivo, tornou obrigatório o aumento da capacidade portante do pilar, opta-se pela adição de perfis metálicos com chapas (cintas) devidamente soldadas, funcionando como estribos. Já o capitel deve ser feito em duas partes que serão coladas à estrutura de concreto e soldadas no local (fig. 3.28).

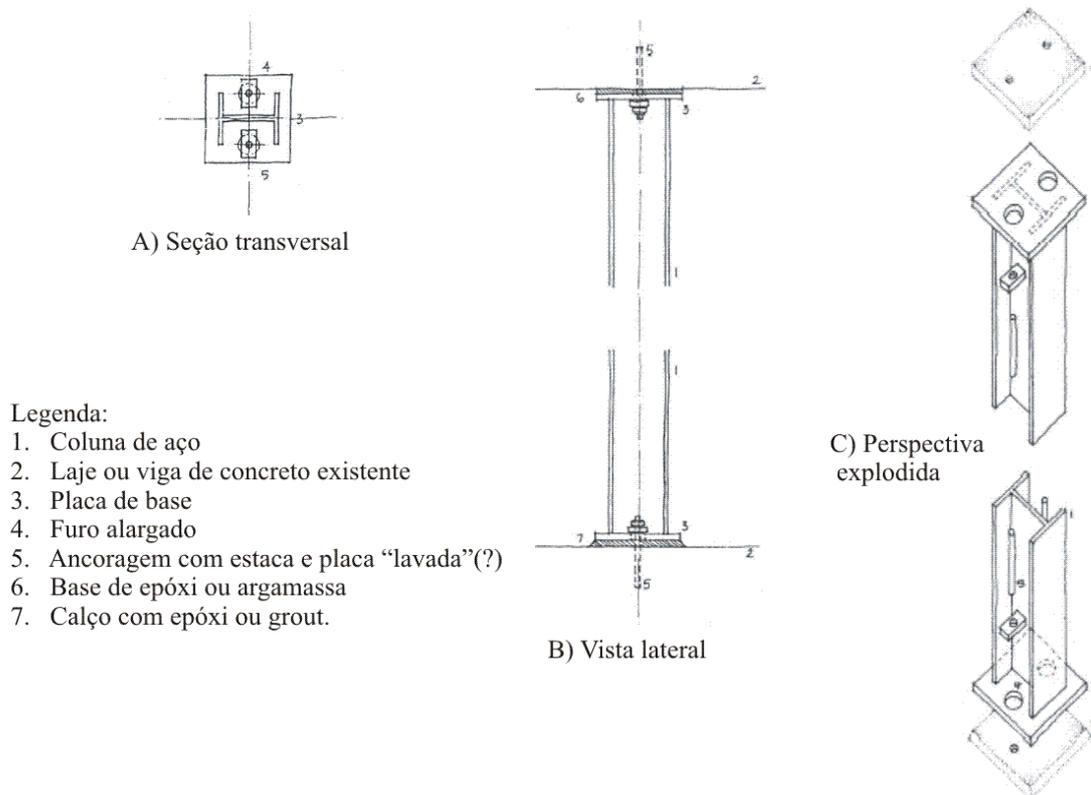


Figura 3.27 - Reforço com nova coluna de aço em que sua fixação na base com dois chumbadores constitui uma boa solução de ligação rotulada com laje ou viga de concreto.

FONTE: Adaptada de SCI (1996).

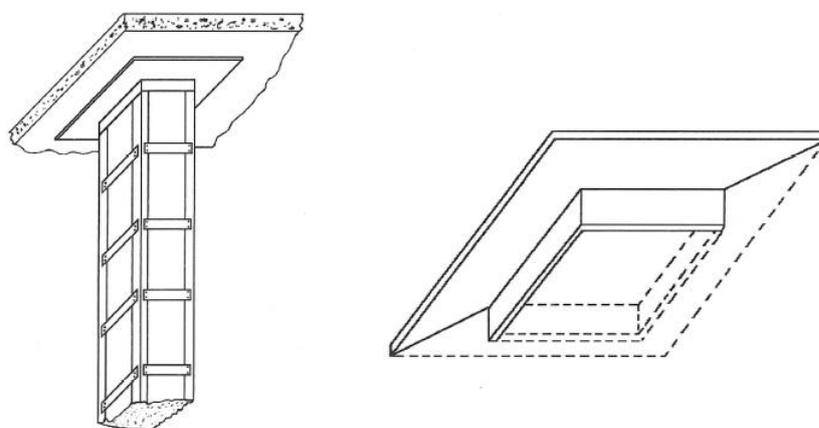


Figura 3.28 - Reforço de pilar de concreto com perfis metálicos e detalhe do capitel .

FONTE: SOUZA (1998).

### 3.2.2 AÇO X ALVENARIAS AUTOPORTANTES

Em construções pré-existentes cujo sistema estrutural é a alvenaria autoportante o mais aconselhável é a desvinculação entre a estrutura pré-existente e a nova estrutura em aço.

Mas na maioria dos casos não é possível e a nova estrutura é apoiada na antiga, como na Pinacoteca do Estado de São Paulo cujo projeto será analisado posteriormente nos estudos de caso.

Em outras situações pode-se notar que a intervenção em aço vem também com papel de reforçar e dar suporte estrutural à alvenaria existente como, por exemplo, nos casos do Parque das Ruínas e da Casa dos Bandeirantes que também serão avaliados no final deste estudo. São normalmente casos bem delicados e que abrangem a maioria das intervenções em edificações de valor histórico e cultural.

Na figura a seguir é mostrado um exemplo clássico de restrição à abertura de abóbadas devido ao empuxo horizontal. Na Igreja de Santa Sofia em Estambul, antiga Constantinopla, perfis metálicos são chumbados nos dois sentidos travando a estrutura existente de alvenaria.

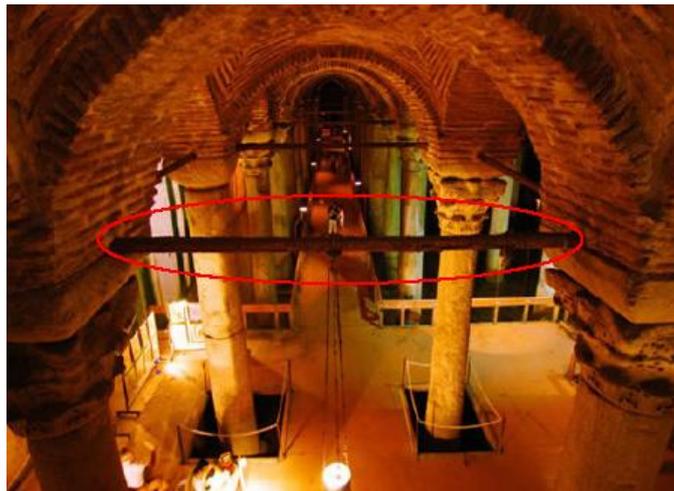


Figura 3.29 - Perfil metálico chumbado na estrutura da Igreja de Santa Sofia em Estambul.  
FONTE: ECCLESIA<sup>5</sup> *apud* FRANÇA (2007).

Na figura 3.30, apresenta-se um exemplo bastante comum de reforço em colunas de alvenaria estrutural em que se utilizam anéis metálicos ao longo do elemento para seu confinamento (MELI, 2007).

---

<sup>5</sup> ECCLESIA (Capela de Santa Sophia). Disponível em: <[http://www.ecclesia.com.br/images/fotos/hagia\\_sophia](http://www.ecclesia.com.br/images/fotos/hagia_sophia)>. Acesso em: 2 mar. 2006.



Figura 3.30 – Exemplos de reforço com anéis metálicos em pilares de alvenaria de pedra: no Palácio Nacional e na Antiga Escola de Medicina, ambas na Cidade do México.  
FONTE: MELI (2007).

Em todos os casos considera-se necessário uma avaliação prévia das condições do edifício. De acordo com a publicação do SCI (1996), é importante estabelecer se a alvenaria (particularmente a de pedras) é ou não estrutural, assim como avaliar as propriedades estruturais do material, distinguir onde a alvenaria é sólida e se tem densidade suficiente para suportar o carregamento. As propriedades estruturais da construção existente podem limitar a carga total a ser imposta e a forma como pode ser distribuída.

Os exemplos a seguir têm aplicação em conexões de vigas de aço simplesmente apoiadas em paredes de alvenaria que suportam totalmente o carregamento. Nestes três casos citados na publicação, é necessário averiguar se não existirá transferência de momento da nova estrutura para a alvenaria preexistente.

Como pode ser visto na figura 3.31, uma abertura é feita na parede de alvenaria para acomodar um bloco de concreto que permitirá a instalação da viga de aço. O bloco pode ser pré-lançado ou moldado no local e é projetado para incorporar um elenco de parafusos ou “parafuso bolso”. Buracos bem largos e placas “lavadas” podem prover ajuste junto aos parafusos. A viga de aço é erguida no local, fixada, alinhada e nivelada usando placas de ajuste travando o bloco de concreto. Em seguida são rebocados os bolsos dos parafusos e o detalhe é completado na parte restante da abertura da parede.

Caso haja a necessidade de restrição lateral da viga, é importante assegurar que a parede ao redor dela seja firme. Placas pequenas também podem ser utilizadas junto com o grout (reboco), para substituir grandes placas de ajuste como ilustrado.

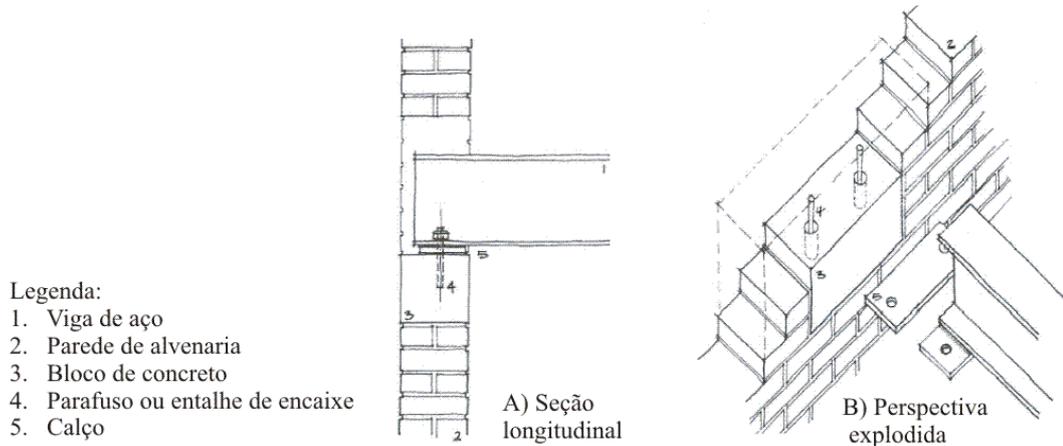


Figura 3.31 - Interface entre viga de aço e parede de alvenaria (1).  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

No segundo exemplo, mostrado na figura 3.32, são utilizados parafusos grauteados no entalhe do bloco de concreto o que possibilita uma maior possibilidade de ajuste horizontal.

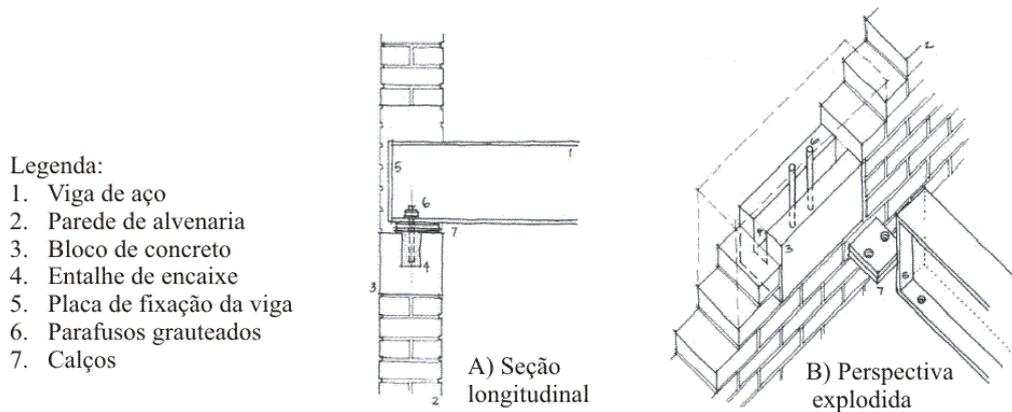


Figura 3.32 - Interface entre viga de aço e parede de alvenaria (2).  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

No terceiro exemplo (fig. 3.33), utiliza-se um encaixe dentado de fixação para prender a viga metálica no bloco de concreto preparado como os anteriores.

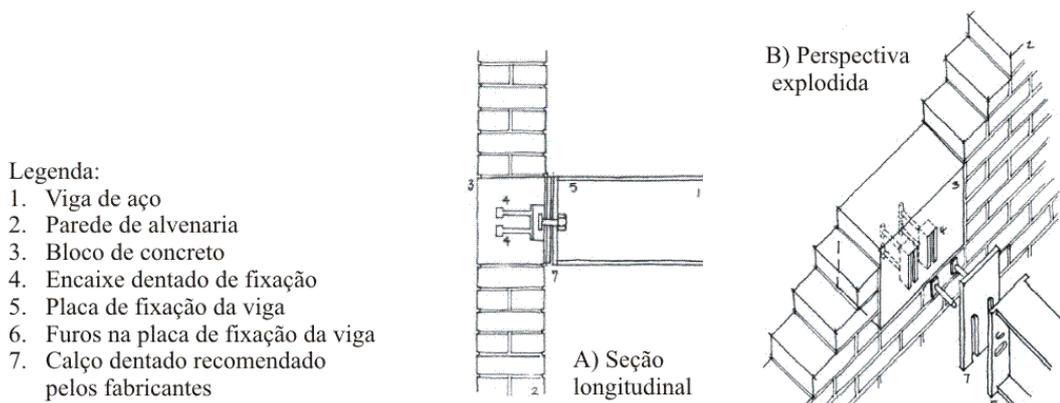


Figura 3.33 - Interface entre viga de aço e parede de alvenaria (3).  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Todos os exemplos de interface entre viga metálica e alvenaria mostrados acima têm uma mesma particularidade quanto ao carregamento: Não são recomendados para situações em que haja transferência de momento. Os blocos devem distribuir o carregamento sobre uma área suficiente da parede de acordo com sua resistência, que deve ser prevista anteriormente. O terceiro exemplo, com encaixe dentado de fixação, difere dos demais devido à presença de cisalhamento na conexão.

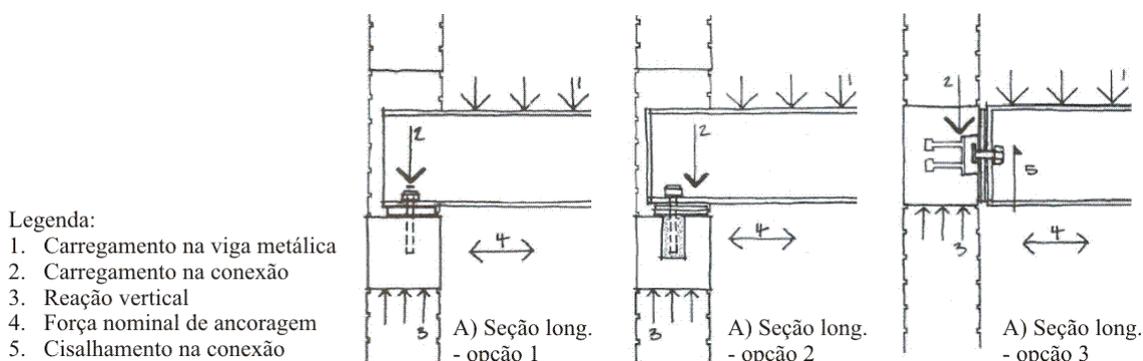


Figura 3.34 - Carregamento em viga de aço apoiada em parede de alvenaria (opção 1, 2 e 3).  
 FONTE: Adaptada de SCI (1996).

Nesses e em todos os casos com sistema estrutural autoportante, considera-se necessária uma avaliação prévia das condições do edifício como foi dito anteriormente. No Antigo Templo de Corpus Christi na Cidade do México, por exemplo, uma das formas de avaliação aconteceu por meio de modelagem baseada em Elementos Finitos (FEM) como apresentado na figura 3.35.

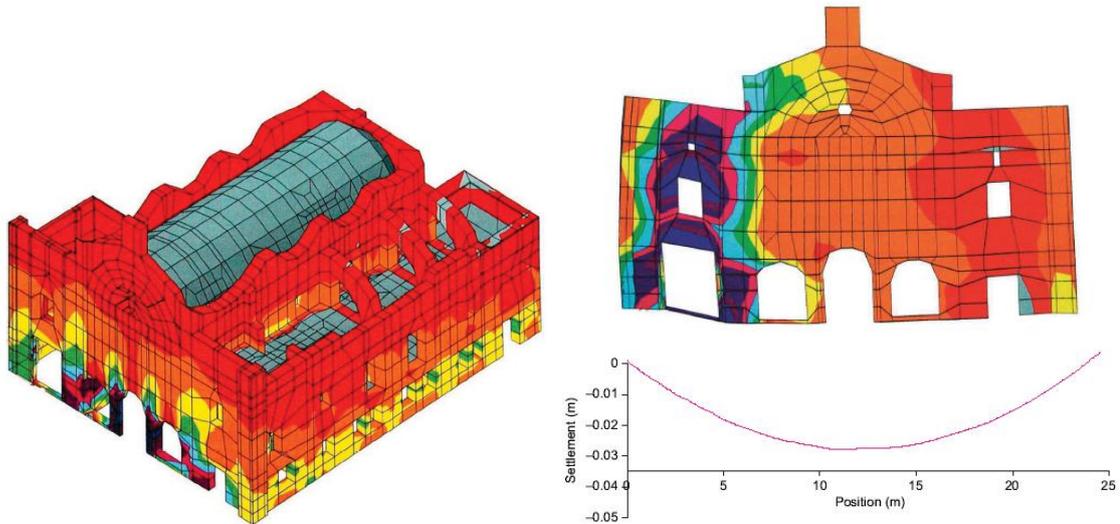


Figura 3.35 - FEM para avaliação das condições estruturais do antigo templo no México.  
 FONTE: MELI (2007).

Também foram realizadas no Templo de Corpus Christi medições de alinhamento e prumo das colunas e paredes das fachadas além de criterioso levantamento de fissuras da fachada principal como mostra a figura 3.36.

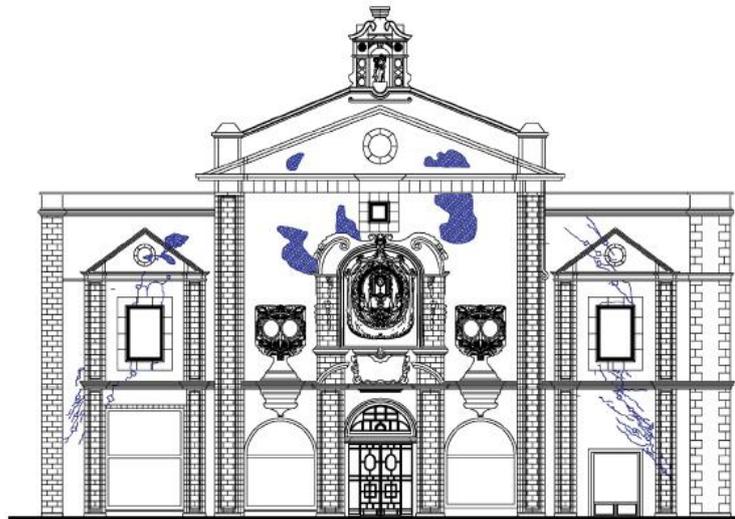


Figura 3.36 - Levantamento de fissuras da fachada frontal da mesma edificação em alvenaria estrutural  
 FONTE: MELI (2007).

Tais avaliações permitiram a escolha de soluções adequadas de reforço e restauração do bem. Neste caso específico, optou-se por reforçar a estrutura de todo o edifício inclusive a cobertura, as fachadas e a fundação (fig. 3.37 a 3.39).

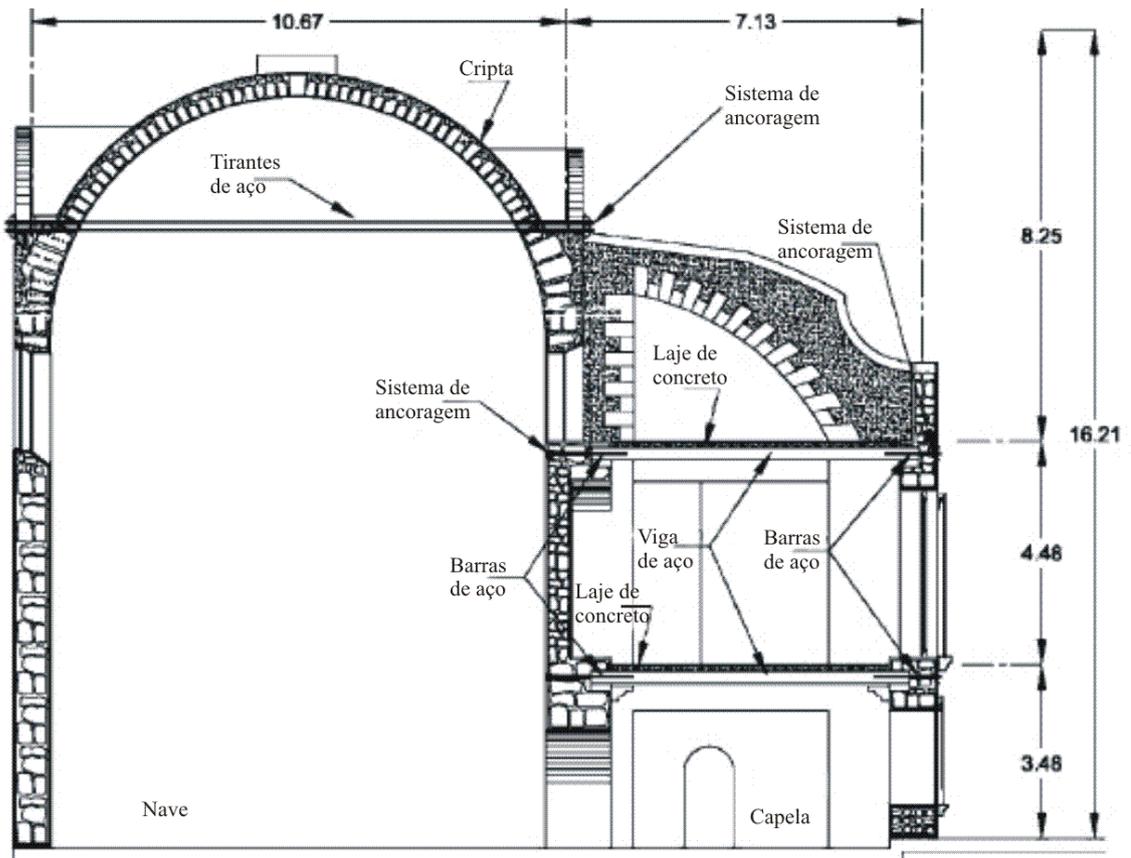


Figura 3.37 - Corte transversal do templo- restrições à abertura da abóbada com tirantes de aço.  
 FONTE: Adaptada de MELI (2007).

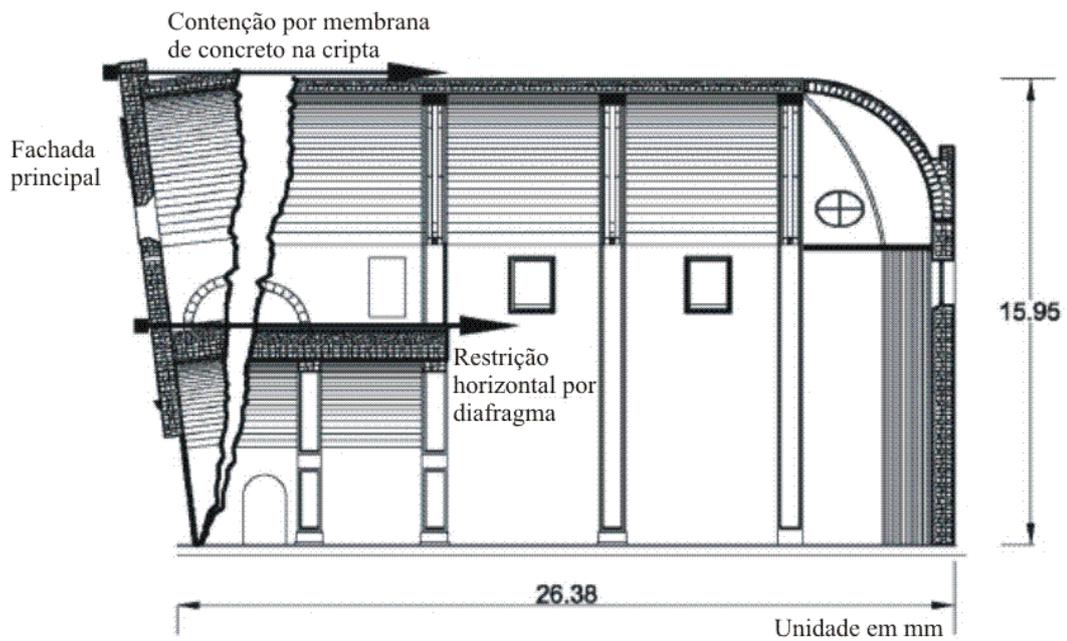
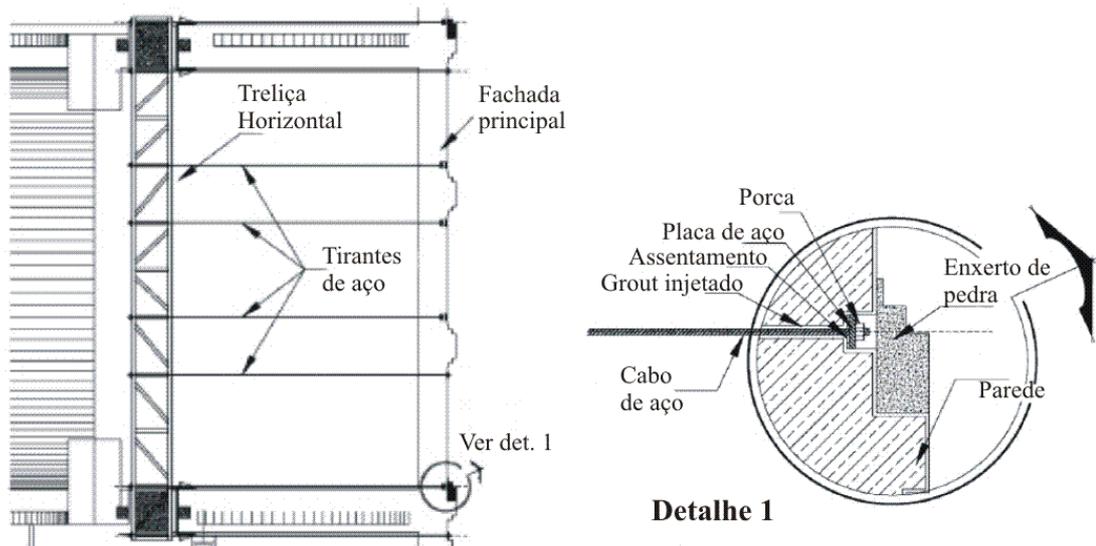


Figura 3.38 - Corte longitudinal do templo - mecanismo de ruína da fachada principal.  
 FONTE: Adaptada de MELI (2007).



### Planta

Figura 3.39 - Ancoragem da fachada principal do templo com cabos de aço ligados à viga treliçada: planta e detalhe

FONTE: Adaptada de MELI (2007).

### 3.2.3 AÇO X MADEIRA

Intervenções de aço em estruturas de madeira são bastante comuns, principalmente devido à facilidade de furação da madeira.

Em peças de madeira a existência de fendas provenientes de secagem é inevitável, mas nem sempre comprometem a resistência da peça. Já nas situações em que a estrutura é comprometida, é necessário intervir mais profundamente. Estes são casos de reforço estrutural, que serão mostrados adiante.

Em contrapartida, existem casos em que a estrutura de madeira já se encontra com níveis críticos de degradação. Quando irrecuperáveis, torna-se necessária a substituição de algumas peças ou de toda a estrutura danificada.

Em ambos os casos, reforço ou substituição, as estruturas em aço são uma boa alternativa devido a algumas características já mencionadas anteriormente como, por exemplo: Propiciar um alívio do peso sobre a estrutura existente; A sua reversibilidade; Além da possibilidade de um contraste estético interessante e sugerido pelas mais recentes teorias da restauração.

Um exemplo encontrado e registrado em que a tipologia de intervenção é a substituição é a Casa Bandeirista (fig. 3.40) em que a nova estrutura de aço sustenta o telhado misto de peças de madeira e aço. Na mesma edificação também existem intervenções de reforço como, por exemplo, a adição de suporte de aço para a fundação de dois pilares de madeira na entrada da edificação. Essa construção será devidamente analisada posteriormente no capítulo destinado aos estudos de caso.



Figura 3.40 - Detalhe de reforço com chapas e apoio de peças do telhado de madeira e aço na coluna metálica.

FONTE: Arquivo pessoal.

Outro exemplo interessante de substituição parcial de peças de madeira por perfis metálicos é a Igreja de São Cristóvão em São Paulo. As patologias mais graves foram causadas por cupins e infiltração. Sua cúpula bastante afetada foi recuperada pela substituição da madeira por uma nova estrutura em aço, conforme figura 3.41. Pilares de aço foram embutidos no arco do piso superior cuja estrutura foi atacada por cupins (fig. 3.42). (BORGES, 2001).

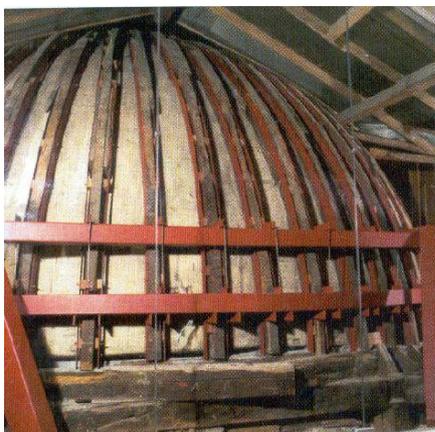


Figura 3.41 – Cúpula da Igreja de São Cristóvão: Substituição de peças de madeira por perfis metálicos.  
FONTE: BORGES (2001) apud Revista Técnica (1999).

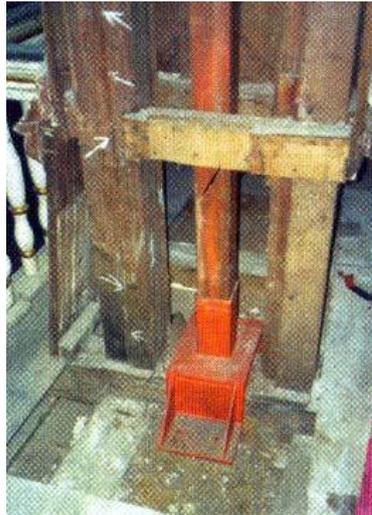


Figura 3.42 – Detalhe de pilar de aço inserido no arco.  
FONTE: BORGES (2001) apud Revista Técnica (1999).

Como exemplo de substituição total do telhado de madeira por telhado metálico tem-se a Igreja Matriz de Conquista, em Minas Gerais. Sua torre se apresentava totalmente deteriorada, não suportando mais o peso do cruzeiro. O madeiramento foi então substituído por uma nova estrutura em aço composta por perfis cantoneira laminados (fig. 3.43). (BORGES, 2001).

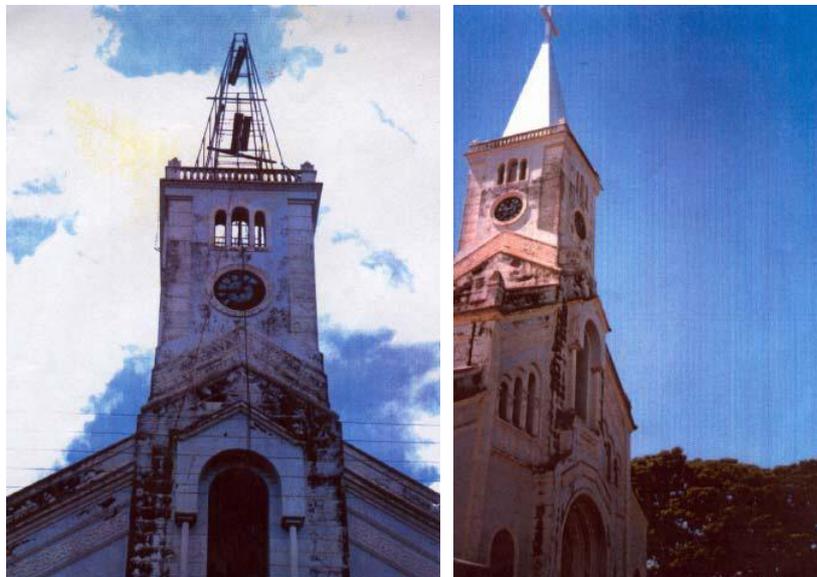


Figura 3.43 - Detalhe da recuperação da Igreja Matriz de Conquista, MG.  
FONTE: BORGES (2001)

### 3.2.3.1 Reforço de estruturas de madeira

A associação de madeira e aço pode ser usada quando se quer aumentar a resistência de um elemento estrutural de madeira, ou quando se deseja reforçar ou enrijecer uma estrutura já existente como pode ser visto nas figuras 3.44 e 3.45 (REBELLO, 2003).

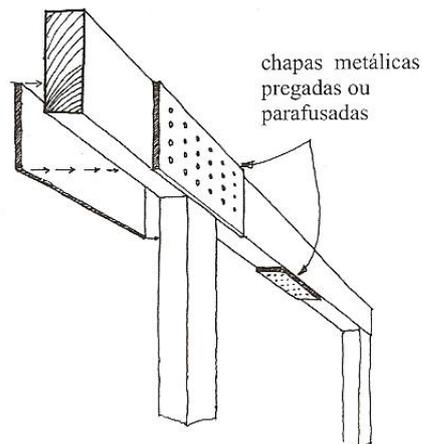


Figura 3.44 - Exemplo de associação madeira x aço.  
FONTE: REBELLO (2003).

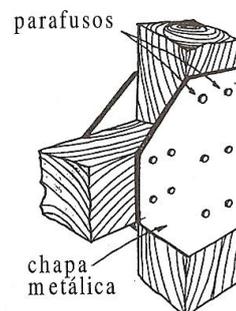


Figura 3.45 - Nó enrijecido com parafusos e chapa metálica do tipo Gusset em estrutura de madeira.  
FONTE: REBELLO (2003).

Segundo MAZZOLANI<sup>6</sup> apud TEOBALDO (2004), grande parte das intervenções de aço em estruturas de madeira refere-se a reforços em coberturas. Os telhados apresentam degradação acentuada devido ao contato direto com as intempéries. Quando as condições dos elementos de madeira são aceitáveis, é possível uma consolidação mediante ligação de perfil de aço em U ou chapa à estrutura existente por meio de

<sup>6</sup> MAZZOLANI, F. (1991). L'Acciaio nel Consolidamento. ASSA – Associazione Sviluppo Strutture Acciaio, 49p, Milão.

pregos ou parafusos. Em interfaces entre os dois materiais, é comum o preenchimento dos espaços vazios com resina de epóxi, assim como foi mencionado nos casos de reforços de estruturas de concreto armado. Já na união das peças metálicas pode ser utilizada solda executada na obra. Na figura 3.46 tem-se um exemplo desse tipo de reforço em uma tesoura de madeira.

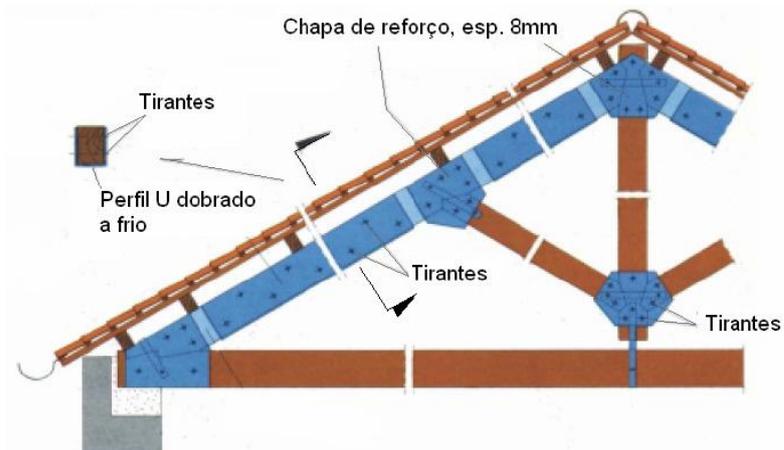


Figura 3.46 - Consolidação de estrutura de cobertura em madeira  
FONTE: MAZZOLANI apud TEOBALDO (2004).

Ainda segundo os mesmos autores, também é bastante comum intervenções em estruturas de pisos de madeira, pois são os mais frequentes em edificações antigas. Depois de tentativas de consolidação das vigas de madeira com barras de aço inclinadas e/ou preenchimento de fendas com cola epóxi, pode ser necessária a realização de intervenções mais sofisticadas. Nesses casos, aço e madeira podem trabalhar como estrutura mista reforçando as vigas que os suportam. Nas figuras 3.47 e 3.48 são apresentados alguns exemplos de intervenção aço – madeira com a finalidade de aumentar a resistência e a rigidez das peças preexistentes.



Figura 3.47 - Perfis formados a frio, laminados ou soldados ligados a cada viga de madeira  
FONTE: FRANÇA (2007).



Figura 3.48 - Reforço de viga de madeira com barras inclinadas e chapa fixada na face inferior.  
FONTE: FRANÇA (2007).

A figura 3.49 mostra uma intervenção indicada para casos em que as peças de madeira ainda estão em boas condições e podem ser deixadas à vista já que o interesse, na maioria dos casos, é preservar ao máximo o bem de valor histórico e cultural.



Figura 3.49 - Reforço com perfil I na parte superior da viga de madeira.  
FONTE: FRANÇA (2007).

Segundo RODRIGUES<sup>7</sup> apud FRANÇA (2007), outras opções de intervenção seriam através de tirantes que recebem o esforço de tração. Eles podem ser presos por barras inclinadas parafusadas (fig. 3.50) ou por chapas de topo fixadas nas extremidades das peças de madeira, com cantoneira proposta por Rodrigues (fig. 3.51) e sem cantoneira proposta por FRANÇA (fig. 3.52).

---

<sup>7</sup> RODRIGUES, R.M.S.C.O. (2004). Construções antigas de madeira: Experiência de obra de reforço estrutural. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil, Universidade do Minho, 287p, Minho, Portugal.



Figura 3.50 - Reforço de viga de madeira com barras de aço inclinadas e tirantes horizontais unindo-as.  
FONTE: FRANÇA (2007).



Figura 3.51 - Reforço de viga de madeira com chapas de topo, cantoneira e tirantes.  
FONTE: FRANÇA (2007).



Figura 3.52 - Reforço de viga de madeira com chapa de topo e tirantes: vista longitudinal e detalhe.  
FONTE: FRANÇA (2007).

Existem outras propostas eficientes de intervenções em aço nas estruturas de madeira com diferentes níveis de complexidade que também foram propostas por FRANÇA (2007). Uma delas consiste simplesmente em colar uma chapa de aço na face inferior da viga de madeira com cola de alta aderência, e alguns parafusos ao longo da viga (fig. 3.53) e outras, que exigem um cuidado maior na execução, com a inserção de perfis T e U na região tracionada da peça de madeira (fig. 3.54).



Figura 3.53 - Reforço com chapa fixada na face inferior da viga de madeira com parafusos e adesivo de alta aderência.

FONTE: FRANÇA (2007).



Figura 3.54 - Exemplos de reforço de viga de madeira com perfil embutido: perfil T e perfil U.

FONTE: FRANÇA (2007).

### 3.2.3.2 Exemplos de fixação de peças de madeira

Detalhes usuais de fixação de peças de madeira em alvenarias e estruturas de concreto armado podem sugerir alguns tipos de interface entre uma estrutura pré-existente de madeira e uma nova em aço.

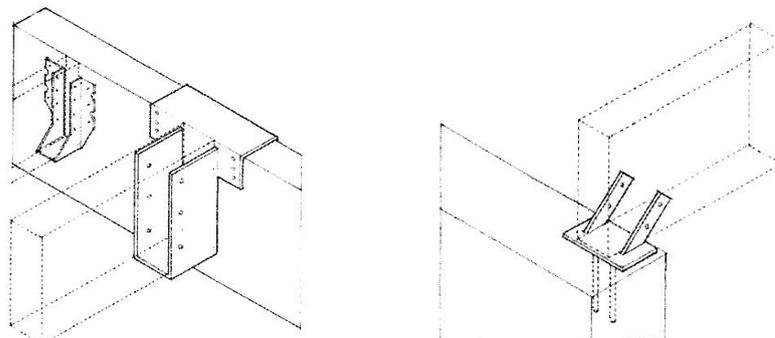


Figura 3.55 - Exemplos de fixação de peças de madeira: alça e calço metálicos.

FONTE: CHING (2000).

Outros casos mais refinados e não muito usuais também podem sugerir soluções para detalhamento de interfaces aço-madeira. Um exemplo é Centro J.M. Tjibaou em Nouméa - Nova Caledônia, projeto de Renzo Piano, mostrado nas figuras 3.55 e 3.56.

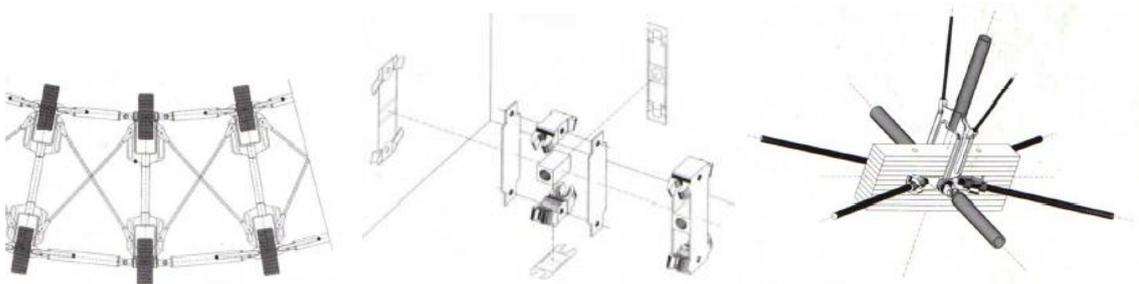


Figura 3.56 - Detalhes de peças metálicas utilizadas com peças de madeira no mesmo edifício  
FONTE: Piano (sem data).



Figura 3.57 - Detalhes de conexões aço-madeira na fachada e embasamento do Centro J.M. Tjibaou em Nouméa.  
FONTE: Piano (sem data).

## 4 INTERVENÇÕES EM CONSTRUÇÕES PREEEXISTENTES

---

A necessidade de realizar intervenções sempre existiu ao longo da história, pois o programa e as sucessivas alterações nos usos e costumes exigem modificações nos artefatos<sup>8</sup>. É interessante, por exemplo,

...acompanhar as adaptações que ocorrem ao longo do tempo numa velha residência urbana qualquer. Com o progresso e as novas facilidades a sua “casinha” do quintal, que abrigava a latrina sobre a fossa negra, foi substituída pelo banheiro completo feito num puxado anexo à cozinha velha que, por sua vez, teve seu fogão a lenha substituído pelo fogão aquecido a gás, e cada família sucessiva que nela habita vai deixando sua marca nos agenciamentos internos; mas chega um tempo em que a construção realmente não pode mais oferecer o conforto exigido pelas novas concepções de bem morar de uma determinada classe social e, então, vemos a construção perder sua compostura antiga, sendo fracionada em habitáculos multifamiliares; e de degradação em degradação chega ao seu dia de demolição para dar lugar a edifício concebido dentro das novas regras de conforto ambiental e dentro de outras condições financeiras. (LEMOS, 2006).

Grande parte das intervenções, até hoje, é feita sem os devidos critérios, havendo, assim, incompatibilidade de estilos e técnicas construtivas. Os danos causados são tanto estruturais (acréscimos de pavimentos ou de sobrecarga), quanto de incompatibilidade entre materiais novos e antigos, trazendo sérias conseqüências para a edificação. (LLOYD, 2006).

O papel do arquiteto é primordial em todo o processo, pois ele

... pode conceber espaços que abriguem a capacidade de se modificar na diversidade e com isso também preservar a “identidade” dos lugares e dos habitantes. O que permanece é exatamente essa capacidade de o arquiteto e também o habitante estarem constantemente alterando o meio em que vivem e, assim, atualizando-se com a realidade em movimento. (RIBEIRO, 2003).

---

<sup>8</sup> Artefacto é um objeto feito pela mão do homem que fornece informações sobre a cultura do seu criador e usuários. O artefato pode mudar ao longo do tempo. A classificação sobre quando, como e porque ele é usado, também pode mudar com o tempo, dependendo de novas descobertas. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Artefacto\\_cultural](http://pt.wikipedia.org/wiki/Artefacto_cultural). Acesso em: 17 abr. 2008.

O fato relativamente recente é a preocupação com a preservação do patrimônio edificado que, na Europa teve início no século XVIII e no Brasil começou a se desenvolver no Movimento Moderno.

Sobre a memória e a arquitetura é bom lembrar que

a permanência da arquitetura não é apenas uma consequência da sua materialidade. A possibilidade de permanência reflecte principalmente o olhar consciente de sucessivas gerações, sobre o papel do tempo numa comunidade, sobre a relevância da memória e singularidade de determinados espaços públicos, edifícios e cidades. (ADRIÃO, 2008).

“Enquanto isso, vamos aprendendo sobre o que guardar hoje para a boa salvaguarda de nossa memória futura” (LEMOS, 2006).

#### **4.1 PATRIMÔNIO HISTÓRICO**

Os termos Patrimônio Histórico e Patrimônio Artístico são expressões usuais, mas que abrangem “somente um segmento de um acervo maior, que é o chamado Patrimônio Cultural de uma nação ou de um povo” (LEMOS, 2006). Segundo o autor, este último deve ser dividido em três grandes categorias de elementos: os recursos naturais; o “saber fazer”; e os bens culturais - em que se insere o patrimônio arquitetônico, objeto da pesquisa em questão.

Em nossa sociedade globalizada, a expressão “patrimônio histórico” tornou-se uma das palavras-chave da mídia atual e pode remeter a uma instituição ou a uma mentalidade. Segundo CHOAY (2006), em outros tempos, falava-se em monumentos históricos, mas as duas expressões não são mais sinônimas.

Até logo depois da Segunda Guerra Mundial, os monumentos históricos provinham, principalmente, da arqueologia e da história da arquitetura erudita. Posteriormente, todas as formas da arte de construir receberam novas denominações: arquitetura menor (construções privadas não monumentais e em geral sem a cooperação de arquitetos), arquitetura vernacular (edifícios marcadamente locais) e arquitetura industrial (usinas, estações, altos fornos). Além disso, o domínio patrimonial não se limita mais aos edifícios individuais; ele agora compreende os conjuntos arquitetônicos e urbanos.

Em um momento bem anterior, o sentido de monumento era bem diferente do que se entende na atualidade. “O sentido original do termo é do latim *monumentum*, que por sua vez deriva de *monere* (“advertir”, “lembrar”), aquilo que traz à lembrança alguma coisa” (CHOAY, 2006). Mas o papel do monumento entendido em seu sentido originalmente memorial foi progressivamente sendo ofuscado, enquanto o próprio termo adquiria outros significados relacionados com o poder, a grandeza e a beleza do objeto. Hoje o seu sentido evoluiu ainda mais: do simples prazer estético do edifício sucedeu-se o encantamento ou o espanto provocados pela proeza técnica e por uma versão moderna do colossal.

Ainda segundo a autora, para adotar as práticas de conservação e intervir em tais monumentos, é interessante dispor de um referencial histórico. Sua origem é no século XIII, fase em que os monumentos escolhidos pertenciam exclusivamente à Antiguidade; passa pelas Teorias do Restauro que têm início no século XIX, fase de consagração que fez da restauração uma disciplina autônoma; e remonta até os dias de hoje, em que o patrimônio histórico já se tornou uma instituição planetária.

Após a Segunda Guerra Mundial, por exemplo, as discussões na área de restauro aumentaram consideravelmente, pois era preciso simplificar as operações de recuperação, face à grande devastação ocorrida. Segundo KÜHL<sup>9</sup> *apud* LLOYD (2006), a partir dessa época, outras formas de atuação no patrimônio histórico foram adotadas, como a reutilização<sup>10</sup>, a reabilitação<sup>11</sup> e a recuperação<sup>12</sup>, sendo a reutilização o meio mais eficaz para se preservar o bem, já que evitava a sua deteriorização perante o abandono e a falta de uso.

---

<sup>9</sup> KÜHL, Beatriz Mugayar. *Arquitetura do ferro e arquitetura ferroviária em São Paulo: Reflexões sobre a sua preservação*. São Paulo: Ateliê Editorial, 1998. 436p.

<sup>10</sup> A reutilização é a adaptação para novo uso de obras com grande nível de degradação. Esse tipo de obra deve limitar ao mínimo indispensável à destinação, que deverá ser compatível com o bem. (Diretrizes... *apud* LLOYD, 2006).

<sup>11</sup> A reabilitação é a adaptação do edifício antigo “a níveis de desempenho superiores aos existentes, compatíveis com as exigências atuais”. (RATO *apud* LLOYD, 2006).

<sup>12</sup> A recuperação “é o processo de recomposição do bem e de sua efetiva reutilização, seja para usos tradicionais ou para nova utilização”. (Diretrizes... *apud* LLOYD, 2006).

Segundo BRASILEIRO<sup>13</sup> *apud* LLOYD (2006), ao longo do tempo houve uma expansão dos conceitos e métodos de intervenção como: a preservação, a restauração, o *refurbishment* (conservação e consolidação), a reconstituição, a conversão, a reconstrução e a replicação<sup>14</sup>.

#### 4.1.1 AS TEORIAS DO RESTAURO E AS CARTAS PATRIMONIAIS

Antes de fazer as considerações sobre as teorias do restauro, é conveniente avaliar o contexto da consagração desses monumentos históricos. Segundo CHOAY (2006), tal valorização do antigo foi catalisada pelas forças destrutivas inerentes à lógica da era industrial no século XIX.

As teorias da restauração serão citadas sucintamente e organizadas de acordo com seus períodos e principais pensadores:

**Restauro Arqueológico:** Ludovic Vitet (França, 1802-1873) e Prosper Merimée (França, 1803-1870). Frente ao vandalismo ocorrido na Revolução Francesa, Vitet defende que o arquiteto além de ter conhecimentos de história da arte, deveria fazer um estudo arqueológico do edifício para que, a partir de suas ruínas, pudesse reconstituí-lo e voltar a seu estado primitivo. Merimée aprofunda os postulados de Vitet e vai além, acrescentando que, quando o traçado original não é mais reconhecido, devem-se copiar traços de outros monumentos do entorno imediato ou até pertencentes à outra época (LUSO, 2004).

**Restauro Estilístico:** Viollet-le-duc (França, 1814-1879). Em uma época em que ressurgia o interesse pela arquitetura medieval e influência direta do restauro

---

<sup>13</sup> BRASILEIRO, V.B. (2001). A Legislação de Preservação do Patrimônio Ambiental Urbano: Uma Abordagem Arquitetônica Contemporânea. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.8, n.9, p.115-146, Belo Horizonte.

<sup>14</sup> "... a preservação é a manutenção do edifício com a sua condição física atual, sem qualquer adição ou subtração do corpo físico; A restauração é o resgate do estado físico em que a edificação esteve em algum estágio anterior; O *refurbishment* (conservação e consolidação), é a intervenção no edifício garantindo sua performance estrutural; A reconstituição, por sua vez, é o "reassentamento peça a peça do edifício, seja no local ou em outro sítio"; A conversão é a adaptação do edifício para um novo uso; a reconstrução é a "recriação de edifícios desaparecidos em seu sítio original"; A replicação é a execução de uma cópia exata de um edifício existente". (BRASILEIRO *apud* LLOYD, 2006).

arqueológico, essa corrente intervencionista foi a mais difundida por toda a Europa. Para Le-Duc “restaurar um edifício é restituí-lo a um estado completo que pode nunca ter existido num momento dado” (VIOUET-LE-DUC<sup>15</sup> *apud* CHOAY, 2006). A historicidade do monumento ficava em segundo plano, em função da prioridade da reconstituição estilística. Muitas vezes, o resultado final de uma intervenção proporcionava uma obra completamente diferente da original como o caso das reconstituições fantasiosas do Castelo de Pierrefonds ou das flechas acrescentadas à Notre Dame de Paris ou da Igreja de Saint-Nazaire na cidade de Carcassone (fig. 4.1).

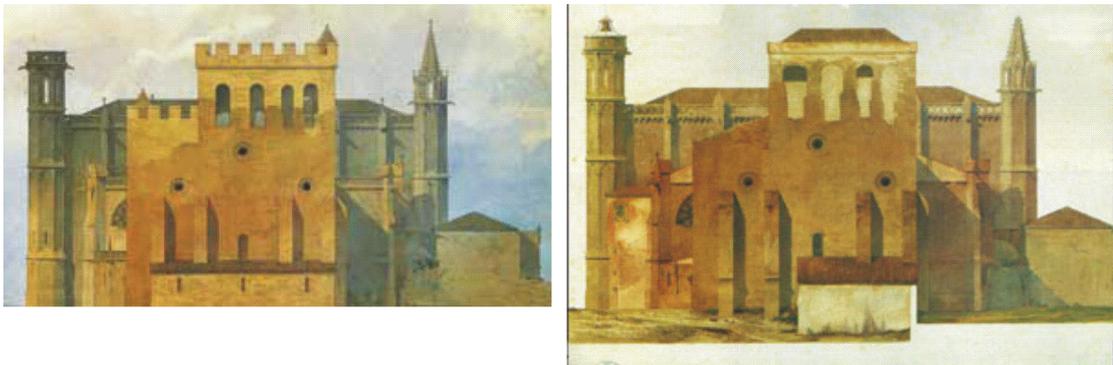


Figura 4.1 - Igreja de Saint-Nazaire: Antes e depois da intervenção de Viollet-Le-Duc.  
FONTE: SOUZA (2009).

**Restauo Romântico:** John Ruskin (Inglaterra, 1819-1900). Contemporâneo e opositor às idéias de Le-Duc defendia a não intervenção nos monumentos antigos, por considerar que quaisquer interferências tiram sua autenticidade. Segundo OLIVEIRA (2008), fazia apologia ao ruinismo e admitia somente intervenções de conservação desde que não fossem visíveis como, por exemplo: reforços estruturais em elementos de metal e madeira quando estes estavam em risco, assim como reparos pontuais de fixação ou colagem de esculturas em risco de se perder. Mas de maneira nenhuma admitia imitações, cópias e acréscimos. Segundo LLOYD (2006), Ruskin valorizava as marcas do tempo considerando que os acréscimos posteriores também eram dignos de preservação.

---

<sup>15</sup> VIOUET-LE-DUC, E.E. (1866-1868). *Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Française du XI au XVI Siècle*. A. Morel, 10 V, Paris.

**Restauro Histórico:** Luca Beltrami (Itália, 1854-1933). Tal teoria considerava o monumento um documento. Segundo LLOYD (2006), as intervenções deveriam ser baseadas em uma pesquisa histórica através de registros, gravuras e livros o que acabou gerando um alto grau de subjetividade.

**Restauro Moderno:** Camilo Boito (Itália, 1834-1914). Tal vertente reuniu características potenciais das correntes estilística e romântica, pois dava ênfase ao valor documental da obra, destacando o valor primordial das edificações enquanto testemunho e documento histórico, mas permitindo algum tipo de intervenção. Segundo OLIVEIRA (2009b), Boito defendia o respeito à matéria original, a reversibilidade e a distinguibilidade, o interesse por aspectos conservativos e de mínima intervenção, a manutenção dos acréscimos de épocas passadas, entendendo-as como parte da história da edificação, e a distinção entre passado e presente. Segundo ARAÚJO (2005), a partir daí foi feita uma separação precisa do que significava restaurar e do que significava conservar.

**Restauro Científico ou Filológico:** Gustavo Giovannoni (Itália, 1873-1943). Segundo CUNHA (2004), Giovannoni considerava os monumentos apenas como documentos, ignorando sua existência como obra figurativa com significação social e simbólica. Entretanto, com a maciça destruição das cidades européias durante a Segunda Guerra e, conseqüentemente, a necessidade de reconstrução também em larga escala, as teorias do restauro científico ou filológico, foram postas em cheque.

**Restauro Crítico:** Cesare Brandi (Itália, 1906-1988). Nessa corrente, a crítica é fundamental, pois, para que haja restauração, é necessário avaliar se o objeto se trata de uma obra de arte. Seu conceito geral era de que a intervenção permitisse recuperar a função de um produto da atividade humana desde que apenas a forma material da obra fosse restaurada. Essa corrente aceita a incorporação de novas intervenções arquitetônicas de qualidade nas obras originais, mas sem apagar todo traço da passagem do tempo deixado na obra de arte. De forma prática, deve-se facilitar eventuais intervenções futuras além de diferenciar as áreas acrescidas, respeitar a pátina e, se possível, deixar algumas áreas mostrando o estado da obra como era antes da restauração. Para Brandi

[...] a restauração constitui o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dúplici polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão para o futuro”. (BRANDI, 2005)

As duas últimas correntes citadas são mais congruentes em relação aos padrões atuais de desenvolvimento mundial e estão mais próximas do que se pensa hoje.

É necessário compreender que todas as teorias e métodos de restauração foram importantes no processo de reconhecimento da importância da preservação do patrimônio histórico. Cada uma delas a seu tempo e com os seus princípios próprios.

Paralelamente às teorias do restauro e suas influências diretas, surgiam as Cartas Patrimoniais.

As Cartas Patrimoniais como a Carta de Atenas (1931) e Carta do Restauro (1972), que dispõem sobre meios e formas de preservação do patrimônio, também foram influências para o desenvolvimento da legislação que cerca estes temas.

A Carta de Veneza (1964) foi redigida com a intenção de formular um documento num plano internacional. Ela propunha a implantação de uma política comum e normativa de procedimentos preservadores, pesquisas e valorização dos centros históricos e da paisagem, ficando a cargo de cada país sua devida aplicação e interpretação de acordo com sua cultura e tradição. No mesmo contexto, houve a criação do ICOMOS (Comitê Científico Internacional para Análise e Restauração de Estruturas do Patrimônio Arquitetônico), e de estatuto preparado pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), visando a reunião de todos os órgãos nacionais de proteção de monumentos.

A partir daí, foram realizadas várias reuniões pelo mundo como, por exemplo, as latino-americanas, destinadas a organizar regras apropriadas às condições dos povos do terceiro-mundo. Temos como exemplos as recomendações produzidas em Punta Del Leste e em Quito. Na última, por exemplo, o turismo e a educação cívica começam a entrar em discussão por mostrar que além do desenvolvimento social também se deve gerar o desenvolvimento econômico.

No Brasil, como foi dito anteriormente, a preocupação com a preservação do patrimônio começou a dar seus primeiros passos no Movimento Moderno. A primeira manifestação nesse sentido foi a criação do SPHAN (Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) pelo decreto-lei nº 25 de 30 de novembro de 1937.

A primeira Carta Patrimonial brasileira foi a Carta de Petrópolis, de 1987. A carta mais atual no que se refere a projetos de intervenção e que deveria ser utilizada atualmente é a Carta de Brasília, de 1995, que fala da distinção entre bens culturais nacionais, regionais e municipais, e mostra a importância da criação de órgãos estaduais e municipais destinados a complementar a ação nacional do então DPHAN (Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). O documento também aponta a necessidade de um “reconhecimento apriorístico do edifício e diagnóstico preciso de quais as intervenções que ele aceita e suporta”. Para que isso seja possível é importante aumentar a mão de obra especializada e a educação patrimonial em todos os níveis. Em relação à autenticidade a Carta de Brasília diz:

Em edifícios de valor cultural, as fachadas, a mera cenografia, os fragmentos, as colagens, as moldagens são desaconselhados porque levam à perda da autenticidade intrínseca do bem. (IPHAN, 1931-2003).

No Brasil os órgãos reguladores do patrimônio cultural atualmente são: o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), responsável por bens em nível federal; os órgãos estaduais como, por exemplo, o IEPHA-MG (Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais); e, em nível municipal, as prefeituras ou órgãos municipais de mesma natureza.

Segundo CUNHA (2007), é visível a atual preocupação com a preservação do patrimônio cultural no Brasil, mas pouca atenção tem sido dada aos métodos de intervenção aplicados sobre os bens escolhidos por tais órgãos.

Além disso, a forma como essas escolhas são feitas no Brasil dá margem para outros estudos mais aprofundados sobre o assunto o que não é objetivo do presente trabalho.

#### **4.1.1.1 Considerações Sobre a Aplicação das Teorias do Restauro e das Cartas Patrimoniais**

É interessante perceber como, nessa área do conhecimento, são comuns termos subjetivos como “se possível”; “quando necessário”; “se indispensáveis”; “intenção original”; “unidade potencial”, “falso artístico”; “boa arquitetura”, “estética”, configurando margens a diferentes interpretações que, mesmo com normas, legislação específica e controle dos órgãos responsáveis, geram discrepâncias quando se comparam obras restauradas em diferentes regiões do país e do mundo.

Projetos de restauração devem ser direcionados pelas teorias do restauro. Tal idéia é consensual entre arquitetos e restauradores do Brasil e do Mundo (CSEPCSÉNYI, 2006). Porém percebe-se que as interpretações de tais teorias podem ser muito distintas ou até mesmo ignoradas, tanto no que se refere à sua aplicação pelos órgãos responsáveis como na elaboração das leis de proteção municipais. Tal reflexão será abordada novamente neste trabalho, tomando-se como exemplo a cidade de Ouro Preto.

Não é por acaso que, no Brasil, os projetos de intervenção mais arrojados são mais comuns em edificações não tombadas<sup>16</sup> ou em áreas rurais onde não existem regras rígidas de legislação urbana.

Outro assunto em voga atualmente é a preservação de edificações que, apesar de não serem tombadas pelo patrimônio histórico, são de visível importância cultural e devem ser preservadas com os mesmos cuidados. Um exemplo disso é a arquitetura moderna que tem sido muito descaracterizada devido a grandes reformas em edifícios e que, conseqüentemente, interferem na paisagem urbana.

Independentemente de ser tombada ou não, deve-se, antes de intervir em qualquer construção pré-existente, observar o quão importante ela pode se tornar para a memória das gerações futuras, ou seja, se é digna de preservação.

---

<sup>16</sup> “O tombamento é um atributo que se dá ao bem cultural escolhido e separado dos demais para que, nele, fique assegurada a garantia da perpetuação da memória. Tombar, enquanto for registrar, é também igual a guardar, preservar. O bem tombado não pode ser destruído e qualquer intervenção porque necessite passar deve ser analisada e autorizada.” (LEMOS, 2006).

## 4.2 METODOLOGIAS DE INTERVENÇÃO EM EDIFICAÇÕES ANTIGAS

Percebe-se um grande descompasso entre as discussões a respeito da necessidade de se preservar a memória em suas diferentes formas e manifestações e os meios operacionais que deveriam ser postos para o cumprimento de tal tarefa. Contudo, tanto quanto o “o quê se preserva”, o “como se preserva” é fator de extrema importância, pois o produto final da intervenção será quase sempre a imagem cristalizada nas memórias da comunidade que deve se (re)apropriar do bem restaurado. (CUNHA, 2007).

Segundo TEOBALDO (2004), na Europa existem duas metodologias de intervenção, que se diferem de acordo com o objetivo do projeto, podendo ser de conservação ou de modificação. Estas duas metodologias se relacionam diretamente com alguns níveis de intervenção estrutural, que são:

- **Salvaguarda:** Intervenção de caráter provisório e emergencial que visa evitar ruína total ou parcial do edifício;
- **Reparação:** Intervenção de caráter definitivo que visa restituir a eficiência estrutural do edifício. É geralmente indicada após efeitos que causam danos estruturais e comprometam a segurança a longo prazo, como abalos sísmicos amenos, agentes atmosféricos e biológicos;
- **Reestruturação:** Trata-se de uma modificação considerável do esquema estrutural de distribuição de cargas do edifício. Pode ser parcial ou total, com ou sem alteração no seu volume e resistência;
- **Reforço:** Capacita o edifício antigo a suportar uma nova utilização, com cargas mais elevadas, além de aumentar sua resistência sísmica. O reforço complementa estaticamente a estrutura original sem, contudo, modificar a distribuição da rigidez ou da massa.

### 4.2.1 METODOLOGIA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO

Será apresentada em linhas gerais uma metodologia básica de conservação e restauração. Mas deve-se lembrar novamente que cada caso é um caso e que, nesse tipo de projeto, imprevistos são inevitáveis já que, dificilmente, são encontrados os projetos

originais e algumas operações somente se mostram necessárias na execução. Devido a isso, deve-se pressupor também que normalmente o investimento econômico ultrapassa o previsto.

Segundo MASCARENHAS (2008), em projetos de restauração e conservação, seja de um complexo arquitetônico, de uma fachada ou de um ornamento, existe um processo sistemático de etapas. Tais etapas para elaboração de Projeto de Intervenção de Edificação Histórica são:

- Coleta de dados como pesquisa histórico-técnica e arqueológica, levantamento arquitetônico e fotográfico minuciosos; mapeamento de danos, que consiste no levantamento criterioso de todas as patologias e que devem ser identificadas graficamente por meio de simbologias, ressaltando-se seus diversos níveis de degradação (fig. 4.2); prospecções (arquitetônicas ou arqueológicas) e análises de laboratório que são inúmeras e permitem conhecer a composição, a granulometria ou a existência de pigmentos sobre as argamassas. Tais dados contribuem para uma leitura clara do objeto como um todo, permitindo a realização de um diagnóstico adequado.
- O diagnóstico identifica as causas intrínsecas e extrínsecas ao edifício e os agentes que ocasionaram as degradações. Essa etapa direciona os caminhos a serem tomados para sanar os problemas identificados;
- O projeto de intervenção define as diretrizes e os critérios a serem utilizados além de avaliar a vocação do edifício para o uso a ser implantado e seu programa de necessidades. Considerando-se as teorias do restauro, as cartas patrimoniais e os graus de proteção, uma equipe multidisciplinar deve questionar: como e o que manter; como e o que remover; como e o que acrescentar. O projeto de intervenção pode ser dividido em outras etapas como: Estudo preliminar, projetos complementares, cadernos de encargos, planilha orçamentária e cronograma físico (planejamento dos prazos).

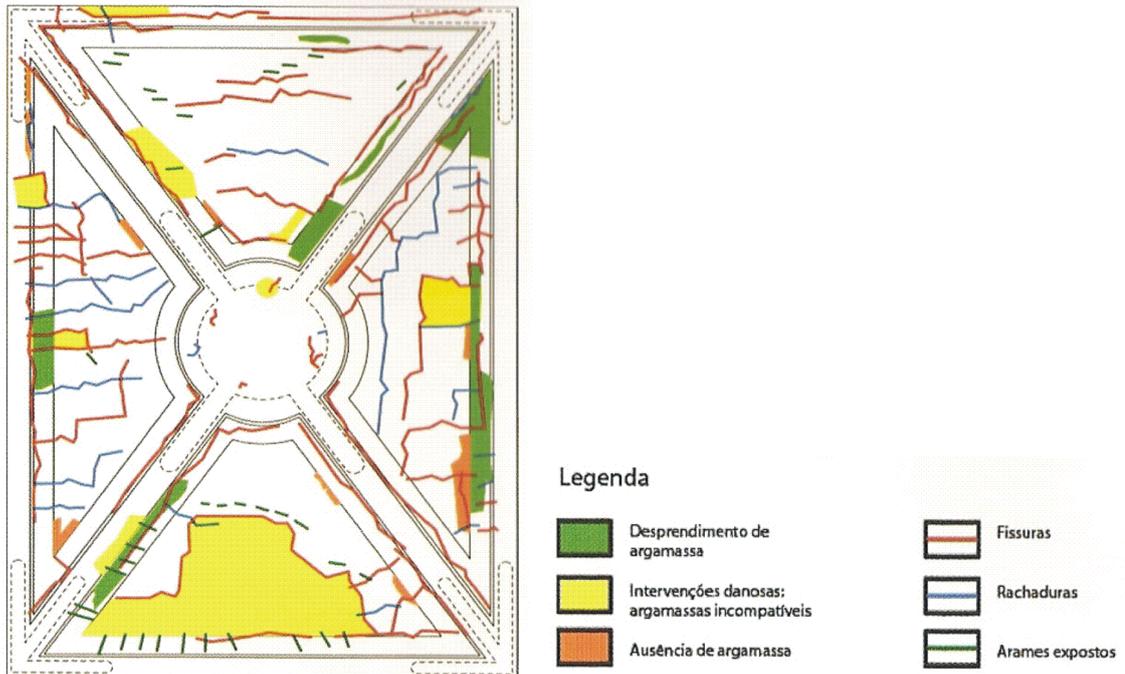


Figura 4.2 - Mapeamento de danos: forro da cúpula da Igreja Nossa Senhora do Carmo em Mariana MG.  
 FONTE: MASCARENHAS (2008).

Ainda segundo MASCARENHAS (2008), as etapas de intervenção de conservação e restauração podem ser divididas em:

- Montagem do canteiro de obras, serviços de proteção, remoções e demolições e coberturas provisórias;
- Ações preliminares (consolidação e escoramento);
- Intervenção que consta de: higienização, dessalinização, desinfestação e imunização, reintegração e recomposição das alvenarias, argamassas, ornamentos, pintura;
- Instalações: hidráulicas, elétricas, dados, segurança;
- Relatório de acompanhamento e *as built*.

### **4.3 GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE PROJETO DE INTERVENÇÃO**

Segundo CSEPCSÉNYI (2006), a construção civil no Brasil tem buscado a competitividade através da implementação de sistemas de gestão da qualidade. Dessa forma, o cuidado com o projeto também deve ser ampliado. Assim, no caso da aplicação deste tipo de sistema de gestão em projetos de intervenção, é necessária uma abordagem particular. Os empreendimentos de intervenção em edificações antigas podem ser considerados especiais não apenas no que diz respeito aos seus aspectos construtivos diferenciados, mas no que tange todo o seu processo de desenvolvimento.

Ainda segundo a autora, as diretrizes para a gestão do processo de projeto de restauro são: valorização do bem; sensibilização dos profissionais para o sistema da qualidade; visão multidisciplinar; análise crítica e validação de cada etapa que, quando feita corretamente, pode resultar na extinção do *as built*.

As etapas de processo de projeto de restauro consideradas na pesquisa de campo feita pela autora são: planejamento e concepção do empreendimento; estudo preliminar; anteprojeto; projeto legal de arquitetura; projeto executivo; acompanhamento da obra; acompanhamento de uso. Este último é um dos diferenciais quando se pensa em gestão da qualidade neste tipo de empreendimento.

Nota-se que além das questões que permeiam os projetos de arquitetura habituais, os projetos de intervenção esbarram em algumas peculiaridades como a necessidade de diagnóstico e levantamento aprofundados, a sua padronização limitada, além da importância que deve ser dada quanto ao valor do bem (BORGES, 2001).

Outra limitação observada nesse tipo de empreendimento é a legislação e demais normas de preservação do patrimônio que podem variar bastante de lugar para lugar.

### **4.3.1 DEFICIÊNCIAS NA LEGISLAÇÃO DE INTERVENÇÃO EM PATRIMÔNIO E SEUS IMPACTOS NA GESTÃO DE PROCESSO DE PROJETO**

A preservação e conservação do patrimônio histórico na cidade contemporânea é um grande desafio. Segundo TRENTIN (2005), a condição de sobrevivência dos núcleos antigos remanescentes é determinada pela solução urbanística e pelos critérios adotados na cidade.

Uma das propostas dessa dissertação é uma breve discussão sobre: o que é permitido intervir segundo as leis de uso e ocupação do solo e plano diretor de um município e o que é recomendado pelas teorias de restauração. Esta etapa do trabalho fundamenta-se na análise dessas discrepâncias e seus impactos na gestão do processo de projeto de intervenção a partir desse paralelo.

#### **4.3.1.1 O caso de Ouro Preto**

Ouro Preto foi escolhida como exemplo devido a sua importância no cenário patrimonial do país. Houve também o intuito de subsidiar a pesquisa de estudos de caso como a Casa dos Bandeirantes localizada no Parque do Itacolomi, nos arredores de Ouro Preto e fazer uma relação com edificações do perímetro tombado como o Centro Cultural FIEMG que se localiza na Praça Tiradentes, no centro da cidade.

Na cidade de Ouro Preto, tombada pela UNESCO como patrimônio cultural da humanidade, os critérios de preservação são estabelecidos por leis complementares como o Plano Diretor (SANTOS, 1996) e a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município (SANTOS, 2006). Após a análise desses dois documentos da legislação de instância municipal, verificou-se não apenas a existência de contradições entre os próprios, mas também no que se refere às teorias do restauro.

Embora seja dito nos artigos 22 e 23 do Plano Diretor que as diretrizes das políticas públicas urbanas do município devem estar em consonância com as diretrizes de proteção do patrimônio cultural e que o espaço urbano deve ser dinâmico e registro de diversos tempos históricos, verifica-se na Lei de Uso e Ocupação do Solo severa restrição quanto às cores, materiais e estilo das edificações e suas partes. As imposições são bastante comuns e excessivamente restritivas como, por exemplo:

- i) Nas coberturas é permitida apenas telha cerâmica colonial;
- ii) As alvenarias deverão ser rebocadas e pintadas não se admitindo outros materiais;
- iii) As esquadrias deverão ser executadas em madeira e revestidas com pintura; Não são permitidas varandas superiores salvo em casos onde esta é considerada parâmetro não condicionante e desde que permaneça fechada.

Em relação às cores, as imposições são ainda maiores. As edificações com tipologia colonial deverão ter alvenaria branca e esquadrias em cores fortes. Já as edificações neoclássicas e ecléticas deverão ter alvenaria em tons claros, elementos de madeira em tons fortes e elementos decorativos em tons mais claros que o da alvenaria. Como se não bastasse, para as novas edificações também são exigidas as cores claras nas alvenarias.

Caso seja necessária a construção de anexos como uma garagem, por exemplo, as dimensões serão avaliadas no anteprojeto, ou seja, um pouco tarde quando se pensa em gestão de processos de projeto de intervenção. Segundo CSEPCSÉNYI (2006), deve-se iniciar a participação dos órgãos de proteção como intervenientes na etapa do Estudo Preliminar.

Depois de analisados os devidos documentos notou-se que, no caso de Ouro Preto, as imposições da Legislação Municipal vão contra os princípios das teorias do restauro citadas anteriormente. O falso histórico é habitual na cidade não apenas no que se refere a edifícios restaurados, mas também em relação às novas edificações inseridas no conjunto urbano, dentro ou fora dos limites da ZPE (Zona de Proteção Especial). Acredita-se que tal situação ocorre porque, segundo as leis locais, a preservação da identidade estilística da paisagem prevalece sobre as intervenções em edificações isoladas. Dessa forma, a distinção entre edifícios novos e antigos é quase imperceptível.

Na figura 4.3 mostra-se a Praça Tiradentes, onde se insere o Centro Cultural e Turístico da FIEMG (antigo Hotel Pilão) que teve sua fachada reconstruída depois do incêndio ocorrido em 2003.



Figura 4.3 - Foto da Praça Tiradentes após a reconstrução do edifício incendiado.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Tal reconstrução é mais um exemplo de como a unidade estilística do conjunto urbano deve prevalecer sobre a autenticidade de um único edifício quase totalmente destruído como pode ser visto na figura 4.4. A questão merecedora de reflexão é que o incêndio, como fato histórico que é, deveria ser mais bem apresentado e representado no exterior da edificação, já que a beleza do patrimônio deveria se mostrar na historicidade do objeto e não apenas em um padrão estilístico pré-estabelecido e imposto.



Figura 4.4 - Foto do incêndio do Antigo Hotel Pilão em 2003.  
FONTE: MARIA (2003?).

Outros exemplos de intervenções puristas e duvidosas foram feitas pelo arquiteto modernista Lúcio Costa. Ao que tudo indica as teorias mais utilizadas na cidade até hoje

são o Restauro Arqueológico de Prosper Merimée e o Restauro Estilístico de Viollet-Le-Duc.

Porém, é interessante frisar que as iniciativas de preservação tomadas no município até hoje, foram essenciais para o seu desenvolvimento econômico, além de condicionantes para sua condição de um dos pólos turísticos nacionais. Além disso, segundo NATAL (2007), o processo que consolidou Ouro Preto como cidade histórica ofereceu os subsídios principais para a construção de uma instituição patrimonial no Brasil.

#### **4.3.1.2 Considerações sobre a aplicação da gestão de processo de projeto**

Depois da pesquisa baseada nos dados citados anteriormente e na observação empírica de fatos relacionados ao cotidiano das práticas patrimoniais durante a permanência por três anos na cidade de Ouro Preto, chegou-se a algumas conclusões sobre o assunto. São elas:

Teoricamente, não deveriam existir diferenças referentes ao processo de projeto de intervenção dentro ou fora da cidade de Ouro Preto, mas ao longo da pesquisa notou-se certo despreparo dos profissionais dos órgãos de proteção e a recusa na avaliação de projetos em fase de Estudo Preliminar. Esse fato é possivelmente relacionado ao pequeno número de profissionais em relação à demanda de análise de projetos na cidade.

Quando se trata de projetos de intervenção em cidades tombadas como patrimônio da humanidade, as normas de restauração não devem ser utilizadas depois de verificada a relação entre edifício e paisagem na legislação municipal. A partir daí conclui-se que a experiência do projetista de arquitetura de intervenção é importante não apenas em projetos do mesmo tipo, mas também na mesma cidade.

Na etapa de planejamento e concepção do empreendimento, as diretrizes da intervenção devem ser determinadas depois de profundo estudo da legislação de preservação local, além do diagnóstico e levantamento dos consultores das especialidades.

A organização do tempo nas etapas anteriores ao projeto executivo deve contar com mais atividades não programadas do que em um projeto de arquitetura habitual em

função da baixa previsibilidade do processo de projeto de intervenção. A participação do órgão de preservação nem sempre é possível no estudo preliminar e, muitas vezes, pode se mostrar contraditória nas reuniões do anteprojeto e na aprovação do projeto legal.

Atingir a qualidade na gestão do processo de projeto de intervenção em patrimônio não garante a qualidade arquitetônica do mesmo, principalmente quando se trata de conjuntos urbanos e paisagísticos em que a preservação da paisagem prevalece sobre as edificações e, dessa forma, impossibilita-se a aplicação eficaz das mais recentes teorias do restauro.

#### **4.4 INTERVENÇÕES CONTEMPORÂNEAS COM ESTRUTURAS METÁLICAS**

O aço tem considerável aplicabilidade quando utilizado em intervenções de edificações pré-existentes, principalmente as de cunho histórico e caráter preservativo. (LLOYD, 2006).

Como foi dito anteriormente, a presença do aço e de sistemas industrializados de construção viabiliza a interdisciplinaridade e, conseqüentemente torna a construção mais ágil e eficiente.

Devido a sua alta resistência, o aço possibilita estruturas mais leves quando comparado a outros sistemas construtivos, o que se mostra interessante ao lidar com estruturas já existentes e, muitas vezes com restrições quanto ao carregamento.

A estrutura metálica permite maiores vãos que as estruturas convencionais e ao mesmo tempo leveza estética. Pode-se dizer que a “linguagem do aço” confere às obras pré-existentes um diálogo com a contemporaneidade e, conseqüentemente, a diferenciação do antigo e do novo bastante comentada nas teorias de restauração.

A utilização do aço nesse tipo de construção também possibilita a reversibilidade, ou seja, a possibilidade de substituição das peças em uma futura obra de intervenção. Segundo LLOYD (2006), esta vantagem é exigida em diversos tipos de intervenção,

principalmente quando se trata de reforço estrutural e obras provisórias, até que seja construída a estrutura definitiva.

Apesar de todas as vantagens citadas, a escolha do uso de estruturas metálicas em edificações pré-existentes deve ser muito bem avaliada. Deve-se estudar caso a caso, pois cada edificação tem suas peculiaridades e demanda resoluções diferenciadas.

#### **4.4.1 REFERÊNCIAS NA UTILIZAÇÃO DO AÇO EM INTERVENÇÕES**

##### **4.4.1.1 Museu do Louvre**

A sedução de uma cidade como Paris deriva da diversidade estilística de suas arquiteturas e de seus espaços. Arquiteturas e espaços não devem ser fixados por uma idéia de conservação intransigente, mas sim manter sua dinâmica: este é o caso da Pirâmide do Louvre. (CHOAY, 2006).

Referência na arquitetura mundial o Museu do Louvre (fig. 4.5) em Paris projetado pelo arquiteto I. M. Pei gerou polêmica e intensificou a discussão sobre preservação e intervenção em patrimônio histórico.



Figura 4.5 - Vista externa Museu do Louvre  
FONTE: MARIORDO (2007).

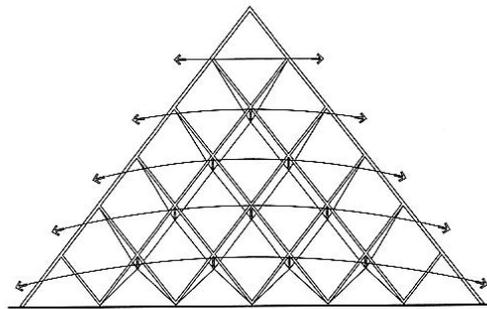
O Castelo do Louvre foi fundado em 1190, como uma fortaleza com objetivo de defender a cidade de ataques. No século seguinte, o espaço foi transformado em um palácio, tendo seu subsolo utilizado, de onde se podem ver as fundações da torre original da fortaleza. (LLOYD, 2006). A transformação do complexo de edifícios em museu iniciou em 1692 por Luís XIV. Ao longo do tempo algumas intervenções aconteceram como, por exemplo, a duplicação da ala norte e a reconstrução do antigo Palácio de Tulherias após incêndio ocorrido durante a Comuna de Paris.

Na década de 80, IM Pei propôs a instalação da grande pirâmide de vidro estruturada em aço no pátio central do complexo histórico do Louvre, que possibilitou a integração

entre edificações antiga e nova não apenas nos âmbitos estético e visual, mas também no que diz respeito à sua solução estrutural. Aliou-se a leveza e a transparência do vidro à geometria espacial da pirâmide que traduz a eficiência estrutural da forma proposta, imprescindível em estruturas metálicas.



Figura 4.6 - Detalhe da estrutura da pirâmide de vidro  
FONTE: GREATBUILDINGS (2008?).



Na composição da “grelha”, que forma a face da pirâmide, são trançados cabos que formam os anéis de protensão, atirantando e estabilizando todo o conjunto

Figura 4.7 - Esquemática da grelha  
FONTE: (LOPES, 2006).

#### 4.4.1.2 Museu Britânico

O Museu Britânico, em Londres foi projetado por Robert Smirke, em 1823. Sua intervenção aconteceu em 2000 e *Queen Elizabeth II Great Court* (fig. 4.8, 4.9) foi o nome dado ao espaço de circulação e lazer criado pelo escritório do arquiteto Norman Foster na praça central do museu. Segundo RUSSO (2000), esta é a maior praça coberta de vidro na Europa.

Segundo LLOYD (2006), o projeto de intervenção incluiu uma cobertura translúcida, executada em aço e vidro. Esta estrutura é desvinculada da edificação pré-existente na medida em que descarrega as cargas em vinte pilares metálicos que faceiam o perímetro da biblioteca no vão central. Após a montagem da estrutura, esta foi coberta pela alvenaria.



Figura 4.8 - Praça envidraçada do Museu Britânico  
FONTE: (RUSSO, 2000).



Figura 4.9 - Vista aérea da cobertura envidraçada ondulada do Museu Britânico  
FONTE: (SILVA apud LLOYD, 2006).

#### 4.4.1.3 Anfiteatro Romano

A arena romana (fig. 4.10) em Nîmes, França, foi coberta para abrigar no inverno eventos que antes só eram possíveis de acontecer no verão.



Figura 4.10 - Vista aérea do anfiteatro romano - cobertura em estrutura pneumática  
FONTE: (SCHLAICH, 1994).

Os eixos da elipse têm 60 e 90m. Estas dimensões sugeriram a utilização de estrutura metálica juntamente com a membrana que trabalha como um colchão de ar (figuras 4.11 e 4.12). A estrutura metálica é suportada por 30 pilares no perímetro da elipse assim como a fachada transparente. Esta última é formada de painéis de alumínio e policarbonato o que propicia a visibilidade (fig. 4.13) da antiga estrutura a quem se encontra na parte coberta. (SCHLAICH, 1994).

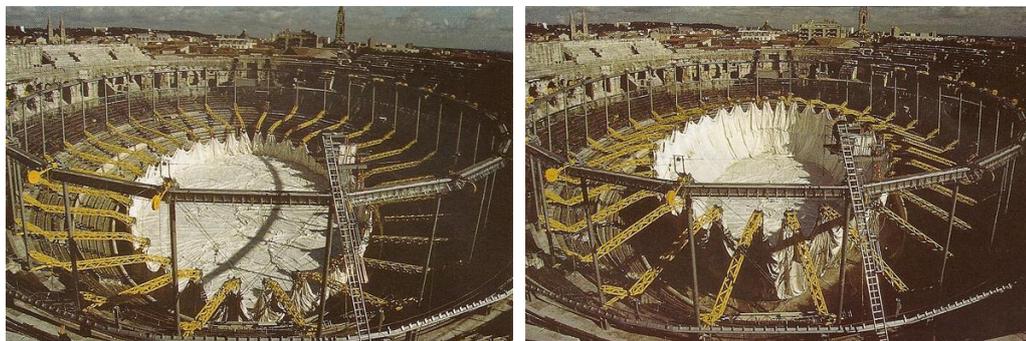


Figura 4.11 - Processo de montagem da estrutura pneumática  
FONTE: (SCHLAICH, 1994).

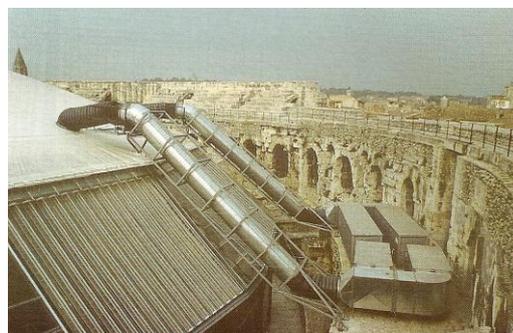


Figura 4.12 - Vão entre a estrutura antiga e a nova com bombeador de ar da estrutura pneumática  
FONTE: (SCHLAICH, 1994).

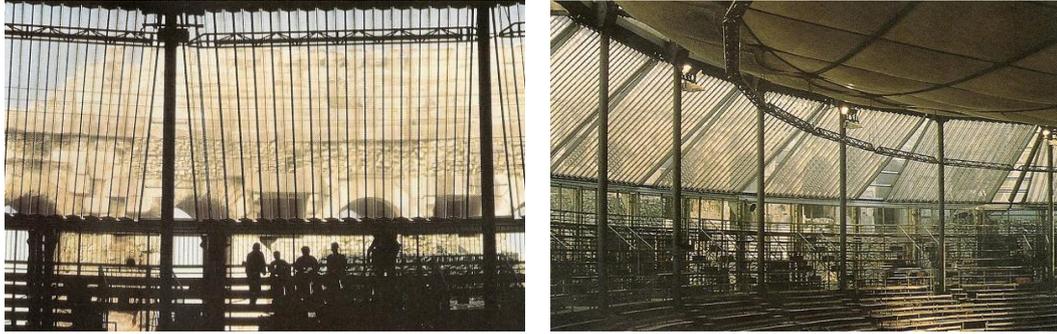


Figura 4.13 - Vistas internas do anfiteatro romano  
FONTE: (SCHLAICH, 1994).

#### 4.4.1.4 Sony Center de Berlim

A Praça Potsdamer na década de 20 era considerada uma área central de Berlim com suas lojas de departamentos, gastronomia, chancelarias do governo e hotéis de luxo. Durante a Segunda Guerra Mundial grande parte da Praça foi destruída e em 1961 foi dividida em duas partes pelo Muro de Berlim. Depois da queda do Muro em 1989, a ala esquerda do Grande Hotel Esplanada se tornou monumento histórico e a praça foi digna de elaboração de uma lei de uso e ocupação do solo específica.

Em junho de 2000 um conjunto contemporâneo foi construído neste chão histórico. Conhecido hoje como Sony Center (fig. 4.14), é resultado de um concurso de arquitetura em que o vencedor foi o arquiteto Helmut Jahn. O complexo arquitetônico tem como principal característica a sua leveza e transparência conseguidas através do uso de aço e vidro que se contrapõe o que restou das antigas construções e as enaltece.

Apesar de controvérsias ligadas à disputa de poderes, a nova Praça Potsdamer com seus múltiplos usos é viva e atrai cerca de 70.000 visitantes por dia durante a semana e cresce para 100.000 nos finais de semana. (SONY, 2009?). (figuras 4.15 a 4.18).



Figura 4.14 - Vista 3D do conjunto arquitetônico do Sony Center e seu entorno imediato.  
FONTE: Adaptado de VIRTUAL-BERLIN (2009?).



Figura 4.15 - Vista externa do Grande Hotel Esplanada durante a obra de intervenção.  
FONTE: BERLIN – POTSDAMER PLATZ CONSTRUCTION (1998)..

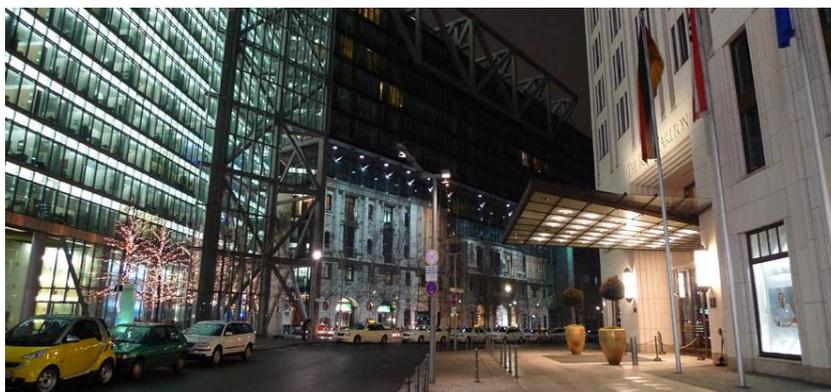


Figura 4.16 - Vista externa de parte do Sony Center - detalhe do “envelope” de vidro no Grande Hotel.  
FONTE: SONY CENTER, BERLIN (2009?).



Figura 4.17 - Detalhes da nova fachada de vidro do Grande Hotel Esplanada no Sony Center de Berlim.  
FONTE: (Fotos cedidas por Eliana Nunes)

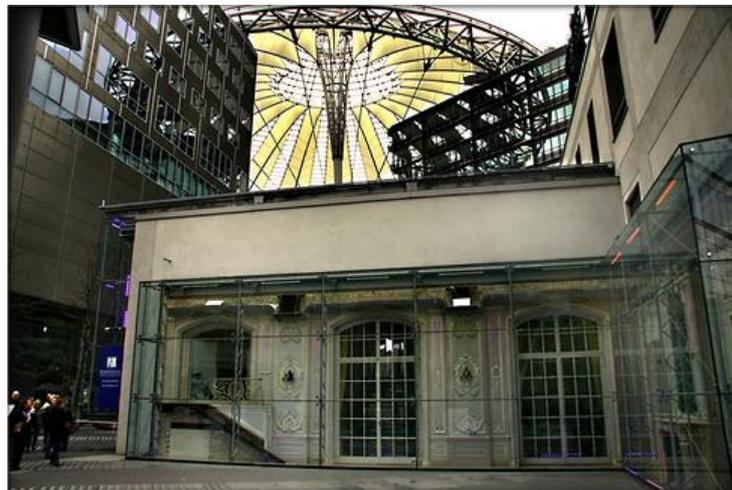


Figura 4.18 - Abaixo a “vitrine” que valoriza a antiga construção e acima a cobertura tencionada.  
FONTE: Disponível em: <[http://archithink.blogspot.com/2008\\_06\\_01\\_archive.html](http://archithink.blogspot.com/2008_06_01_archive.html)>. Acesso em: 21 out. 2009.

## 5 ESTUDOS DE CASO

---

Como já mencionado, este trabalho fundamenta-se na consulta e análise de projetos de intervenção realizados no Brasil, onde serão identificados: seu comportamento estrutural, detalhes construtivos, interfaces entre estruturas de materiais distintos e possíveis patologias existentes, assim como a análise do processo de projeto, a avaliação de suas qualidades arquitetônicas, construtivas e espaciais. Tais informações foram baseadas na bibliografia utilizada, nas entrevistas com os arquitetos e em visitas *in loco*.

A escolha dos estudos de caso levou em consideração aspectos como:

- A utilização do aço como linguagem arquitetônica contemporânea;
- A forma como foram feitas suas intervenções e suas conformidades com os atuais métodos de restauração;
- A possibilidade de trabalhar com o maior número possível de métodos de intervenção de estruturas pré-existentes;
- A possibilidade de trabalhar com o maior número possível de sistemas construtivos de estruturas pré-existentes;
- A expectativa de resultados satisfatórios no que diz respeito às interfaces entre as estruturas de aço e convencionais.

Os estudos de caso analisados na pesquisa são:

- Pinacoteca do Estado de São Paulo, São Paulo / SP;
- Casa Bandeirista - Fazenda São José do Manso, Ouro Preto / MG;
- Centro Cultural Parque das Ruínas, Rio de Janeiro / RJ;
- Capela de Santana do Pé do Morro, Ouro Branco / MG.

## 5.1 PINACOTECA DO ESTADO DE SÃO PAULO



Figura 5.1 - Vista frontal da Pinacoteca do Estado de São Paulo.  
FONTE: Arquivo Pessoal.

### 5.1.1 HISTÓRICO

O final do século XIX foi uma época de profundo avanço do processo de urbanização em São Paulo. Houve a necessidade de melhorias urbanas de toda ordem como, por exemplo, o transporte coletivo que contou com a instalação de serviços de bondes na cidade (fig. 5.2). A arquitetura urbana começou também a modificar-se e sofreu uma espécie de homogeneização estilística devido, principalmente, à influência dos imigrantes europeus. (CARRANZA, 2008?). O edifício escolhido para análise é então uma marca desse colonialismo cultural da burguesia brasileira, que buscava em uma arquitetura de padrão europeu, sua metropolização.



Figura 5.2 - Estação da Luz e seu entorno imediato, por volta de 1903.  
FONTE: CARRANZA (2008?).

Com a finalidade de abrigar o Liceu das Artes e Ofícios, o edifício objeto do presente estudo, foi projetado em estilo neoclássico pelos arquitetos Ramos de Azevedo e Domiciniano Rossi e teve sua construção iniciada em 1897 em terreno cedido pelo Governo do Estado, junto ao Jardim da Luz em São Paulo. Em 1900 o edifício é aberto ao público através da promoção de cursos de instrução artística, mas com a construção parcialmente concluída, sem o revestimento externo e sem a cúpula projetada que nunca viria a existir (ARAUJO, 2008). (fig. 5.3).

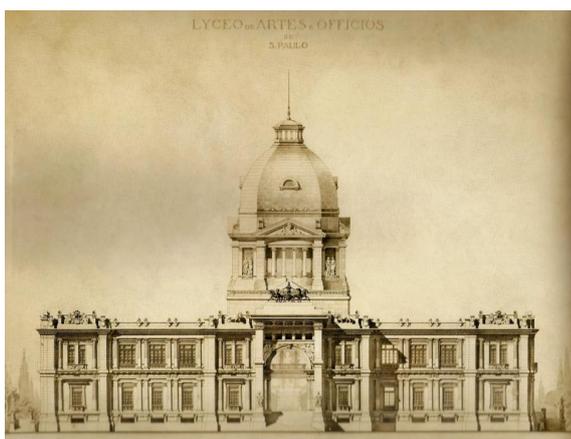


Figura 5.3 - Liceu de Artes e Ofícios projetado por Ramos de Azevedo e Domiciniano Rossi.  
FONTE: ARAUJO (2008).

Em 1911 a Pinacoteca é regulamentada e, segundo ARAUJO (2008), após mudanças de endereço e dispersão do acervo, o Liceu ganha sede própria, mas ainda divide espaço com outras instituições. Em janeiro de 1934, foi erguido em frente à Pinacoteca um monumento em homenagem a Ramos de Azevedo, falecido em 1928 (fig. 5.4).



Figura 5.4 - Escultura na Avenida Tiradentes, em frente a Pinacoteca em 1934.  
FONTE: ARAUJO (2008)

Ainda segundo ARAUJO (2008), a Pinacoteca passa por reforma em 1952, ampliando e modernizando suas instalações. Em 1970, em meio a discussões sobre a arte brasileira, o edifício é fechado para nova reforma e seu acervo é exibido em outras instituições até a finalização das obras em 1973. Na mesma década, com a construção do metrô e o alargamento da Avenida Tiradentes, o conjunto escultórico da via foi recolhido aos depósitos da Prefeitura. Começa então uma fase de grandes mudanças estruturais e regulamentação das atividades e setores da Pinacoteca. (fig. 5.5).



Figura 5.5 - Fotos da antiga entrada da Pinacoteca na Av. Tiradentes: final da déc. de 70 e em 1980.  
FONTE: ARAUJO (2008?) E PINACOTECA (2008).

Em 1982, o edifício é tombado pelo CONDEPHAAT<sup>17</sup>. Em 1989, após décadas de disputas judiciais, a Escola de Belas Artes deixa o antigo prédio da Luz, possibilitando sua ocupação total pela Pinacoteca. Com base em uma organização mais consolidada, a instituição dinamiza suas iniciativas como, por exemplo, a recatologação das obras de arte e informatização do acervo.

A grande intervenção projetada pelos arquitetos Paulo Mendes da Rocha, Eduardo Argenton Colonelli e Weliton Ricoy Torres inicia-se em 1993 e a partir de junho de 1997, a Pinacoteca é fechada ao público para conclusão da reforma. A inauguração acontece em fevereiro de 1998, mas o segundo andar só ficaria pronto em dezembro do mesmo ano. Em 1999, o Jardim da Luz é fechado para restauração e reaberto no mesmo ano o que marca o início da interação do mais antigo parque público da cidade com o

---

<sup>17</sup> Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT) é um órgão subordinado à Secretaria da Cultura do Estado de São Paulo.

Museu. Em 2000, o projeto de restauração da Pinacoteca recebe o Prêmio Mies van der Rohe para a América Latina e marcou a arquitetura brasileira tornando-se referência de intervenção bem sucedida no país.

### 5.1.2 O PROJETO DE INTERVENÇÃO

Evocando o velho sem elevá-lo a protagonista e sensibilizando a nova ação à preexistência, estaremos adotando a correta postura de uma prática arquitetônica que testemunha o preexistente, mas não se dobra a ele por excesso de zelo e que não abre mão de fazer o que acha necessário em cada circunstância. (MÜLLER, 2000).

A intervenção da Pinacoteca do Estado de São Paulo (1993-1998), foi projetada pelos arquitetos Paulo Mendes da Rocha, Eduardo Argenton Colonelli e Weliton Ricoy Torres (fig. 5.6, 5.7), e teve como objetivo primordial adequar o edifício às atuais necessidades técnicas e funcionais de um grande museu contemporâneo.

Segundo MÜLLER (2000), esta iniciativa transformou o então "invisível" edifício neoclássico situado numa das regiões mais deterioradas da capital paulista, num dos museus mais modernos do país.



Figura 5.6 - Maquete cortada da Pinacoteca de acordo com o primeiro projeto proposto pelos arquitetos com uma cobertura em cúpula que, assim como a primeira, não foi executada.

FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.7 - Maquete da Pinacoteca de acordo com o projeto executado - vista Avenida Tiradentes.

FONTE: Arquivo Pessoal.

Um diagnóstico técnico foi feito anteriormente ao projeto de intervenção e alguns problemas foram detectados: a umidade e a poluição que aos poucos degradava as robustas paredes em alvenaria de tijolos de barro; e os problemas de acesso e utilização devido à distribuição labiríntica das salas de exposições organizadas a partir dos vazios internos conformados por um pátio central e outros dois laterais que não eram acessíveis. (ROCHA, 2006).

Para sanar o problema da umidade, foram executadas clarabóias planas em vidro laminado estruturada através de uma grelha com perfis de aço sobre os vazios internos (fig. 5.7, 5.8). Dessa forma, evitou-se a entrada de chuva e garantiu-se, através da ventilação, a reprodução das condições originais de respiração do conjunto dos salões internos. O detalhamento estrutural dessas coberturas transparentes também contribuiu para a drenagem das águas pluviais através de “perfis-calha” (fig. 5.9, 5.10).



Figura 5.8 - Fotos da cobertura translúcida: a) vista aérea; b) interna 1º pátio lateral; c) interna vão central.  
FONTE: 1ª foto: ROCHA (2006); 2ª e 3ª fotos: CBCA (2007).

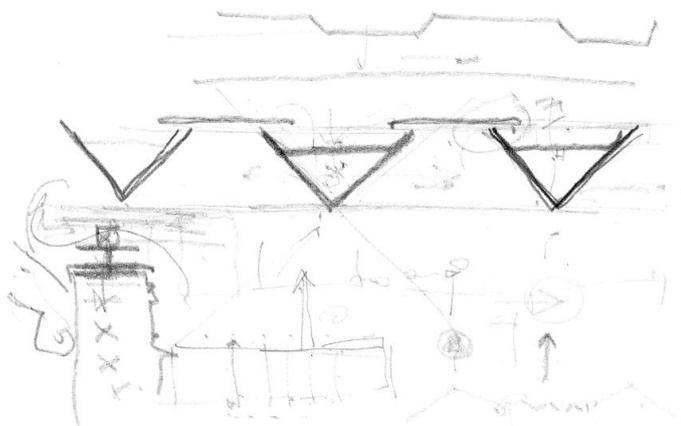


Figura 5.9 - Croqui do detalhamento das “vigas-calha” da cobertura dos pátios da Pinacoteca.  
FONTE: Croquis cedidos pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha (2009).



Figura 5.10 - Corte transversal da Pinacoteca do Estado de São Paulo.  
 FONTE: ROCHA (2006).

Para solucionar os problemas de acesso e utilização do edifício estabeleceram-se novas relações de fluxo gerando maior dinamismo ao espaço. Foram criadas passarelas metálicas que cruzam os pátios laterais que reforçam o novo sentido longitudinal de circulação. Foram previstos, além do elevador panorâmico no segundo pátio lateral, um elevador de cargas para o acervo em uma das arestas do octógono. (fig. 5.11, 5.12, 5.13).

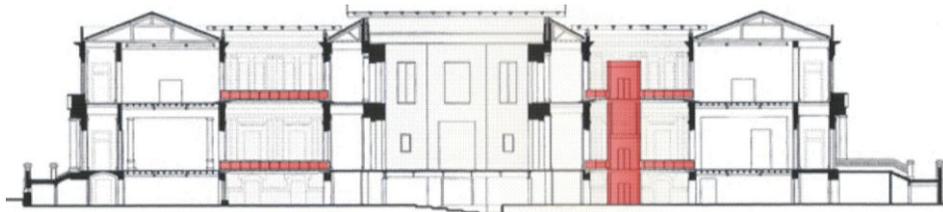


Figura 5.11 - Corte longitudinal da Pinacoteca do Estado de São Paulo.  
 FONTE: ROCHA (2006).

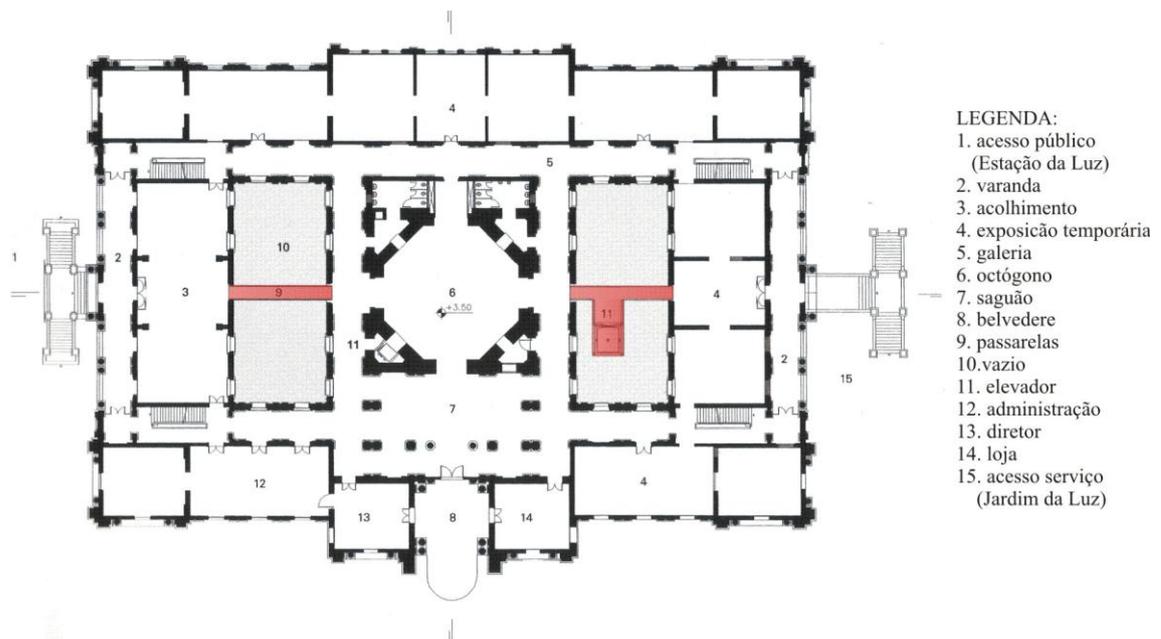


Figura 5.12 - Planta do 1º pavimento da Pinacoteca do Estado de São Paulo.  
 FONTE: Adaptado de ROCHA (2006).

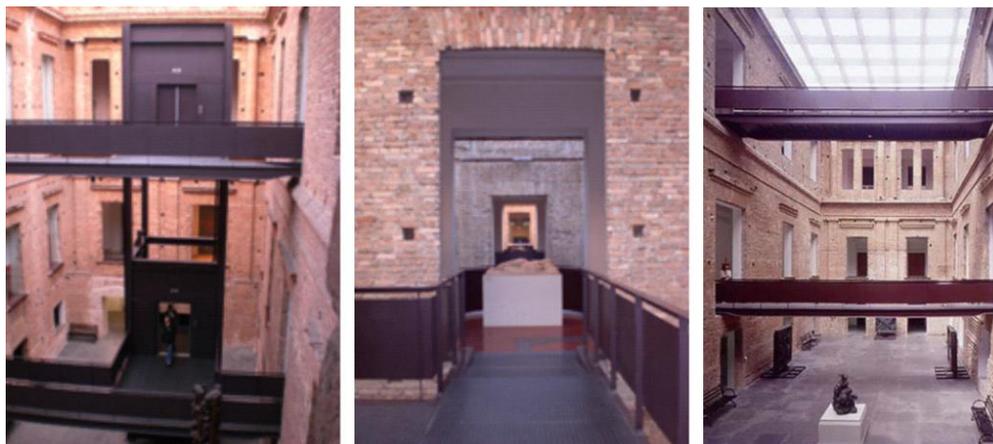


Figura 5.13 - Fotos do elevador e passarelas localizados nos dois pátios internos.  
 FONTE: 1ª e 2ª: arquivo pessoal; 3ª: Nelson Kon apud GIMENEZ (2000).

Tal solução também foi interessante no que se refere à relação do edifício com o seu entorno imediato. Com a nova circulação, a entrada do museu foi transferida da Avenida Tiradentes que “estrangulava” o prédio com intenso tráfego de veículos, para a Praça da Luz. Dessa forma foi possível um amplo recuo e criou-se um diálogo com a Estação da Luz e o Parque (fig. 5.1, 5.14).



Figura 5.14 - Entorno imediato da Pinacoteca: Estação da Luz ao lado e Parque da Luz ao fundo.  
 FONTE: (ARUCA, 2000).

No vazio central, foi construído um auditório para 150 pessoas, cuja cobertura (laje apoiada por grelha de perfis metálicos), serve de piso para o grande saguão octogonal do primeiro pavimento. Esta área articula, juntamente com as passarelas, todos os seus espaços, praticamente sem barreiras através dos eixos longitudinal e transversal do edifício. (figuras 5.14 a 5.18).

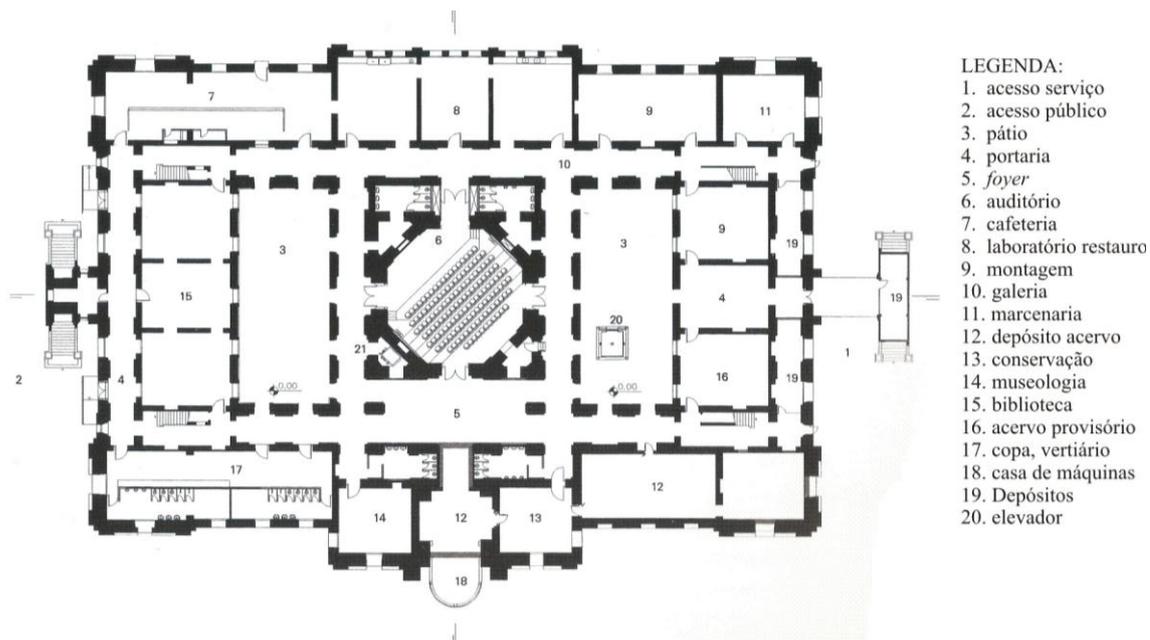


Figura 5.15 - Planta do pavimento térreo da Pinacoteca do Estado de São Paulo.  
 FONTE: Adaptado de ROCHA (2006).



Figura 5.16 - Auditório (área da antiga arena).  
 FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.17 - Exposição de esculturas no 2º pavimento ao redor do vazio central: diferenciação do revestimento entre as áreas internas e externas.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

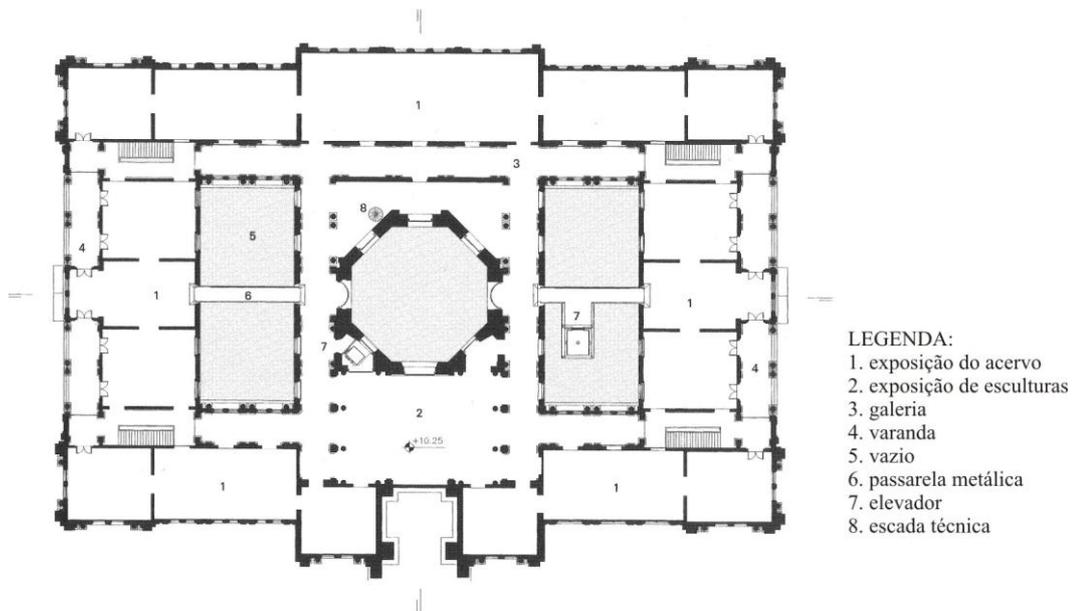


Figura 5.18 - Planta do 2º pavimento da Pinacoteca do Estado de São Paulo.  
 FONTE: Adaptado de ROCHA (2006).

Os arquitetos propuseram deixar o edifício sem o revestimento das paredes externas e dos pátios que nunca foi executado. E, como costuma acontecer nas ruínas, o estado inacabado e bruto dos materiais sugere uma experiência estética interessante (GIMENEZ, 2000). Internamente, eliminaram-se os acréscimos herdados das inúmeras ocupações do edifício ao longo de sua história. O revestimento interno foi restaurado em sua maioria, salvo em algumas áreas como, por exemplo, o auditório (antiga arena) que teve suas várias camadas de pintura descascadas (fig. 5.17, 5.19). Além disso, houve algumas inserções em concreto armado como o palco e outras em tijolos cerâmicos, provavelmente para recompor alguma área faltante (5.16).

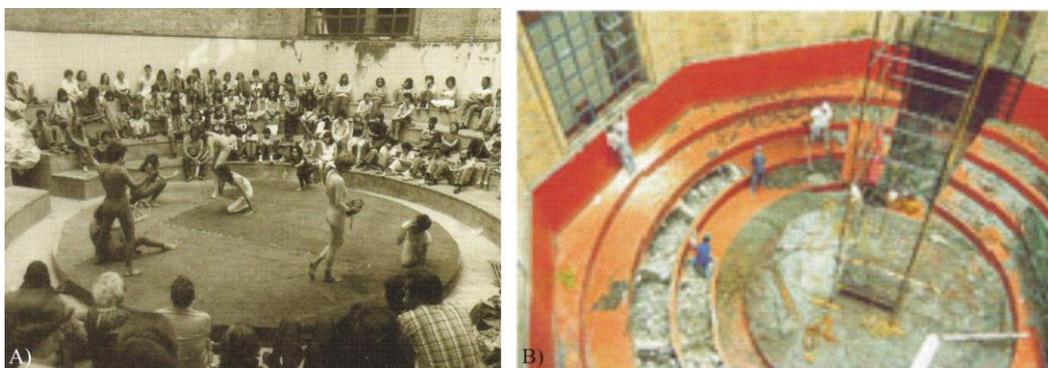


Figura 5.19 - A) Foto da arena octogonal em 1976; B) Foto do mesmo local durante as obras de 1997.  
 FONTE: A) ARAUJO (2008?), B) PINACOTECA (2008).

As aberturas tiveram tratamento bastante diferenciado dependendo de sua localização. Várias esquadrias das janelas das fachadas internas aos pátios puderam ser retiradas e assim foram mantidos seus vãos abertos, gerando uma grande transparência, e destacando, também, as grossas paredes autoportantes de alvenaria de tijolos. Outras foram substituídas por esquadrias em chapas metálicas e vidros transparentes que possibilitam a visibilidade dos escritórios pelos visitantes. Em áreas internas fechadas ao público e nas fachadas externas as esquadrias foram propostas no mesmo formato e material, mas tiveram tratamento com *insulfilm* em tom acobreado ou com instalação de pinturas contemporâneas. Já as esquadrias do pavimento superior, frontais ao espaço octógono foram substituídas por guarda-corpos em chapas metálicas, criando um contraponto com o tijolo sem revestimento das paredes externas do edifício. (fig. 5.20).



Figura 5.20 - Exemplos de intervenção nas aberturas e esquadrias da Pinacoteca.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Criou-se, dessa forma, uma espacialidade imprevista em todo o recinto da Pinacoteca: na sucessão dos espaços, no fluxo dos visitantes e na luminosidade recém-instaurada.

No local da antiga entrada do edifício voltada para a movimentada Avenida Tiradentes, criou-se agora um belvedere que serve como área de acolhimento do público durante a visita e, ao mesmo tempo, permite a vista de parte da cidade que se contrapõe com o ambiente introspectivo do museu (fig. 5.21). As varandas existentes continuaram abertas como antes, mas receberam funções de serviço como, por exemplo, o guichê da entrada principal.



Figura 5.21 - Detalhes do belvedere criado no local da antiga entrada e sua vista para a Av. Tiradentes.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Em relação à estrutura preexistente, a construção original foi essencialmente mantida como estrutura autoportante. Segundo ROCHA (2006), a partir dessa premissa, todas as intervenções propostas foram justapostas e tornadas evidentes, com um sentido de “colagem”. O aço foi o material construtivo adotado nas intervenções, com a intenção de deixar claro o contraponto entre o antigo e o novo, que se amparam de modo dinâmico.

Distante de um método especializado de intervenção, tão ao gosto de restauradores e técnicos do Patrimônio, que preferem a fidelidade estilística à real compreensão do edifício com o qual estão trabalhando, Paulo Mendes da Rocha segue fiel a si mesmo e devolve, com elegância e simplicidade, através de uma intervenção desligada de qualquer nostalgia ou romantismo, os valores permanentes da Arquitetura do antigo Liceu e cria outros, inéditos e a mercê da mesma sensibilidade no futuro. (MÜLLER, 2000).

### **5.1.3 ANÁLISE DAS INTERFACES ESTRUTURAIS AÇO-ALVENARIA DE TIJOLOS DE BARRO**

Na entrevista concedida por Paulo Mendes da Rocha em 13 de julho de 2009, o arquiteto confirmou que a estrutura metálica é a melhor solução para se intervir em patrimônio. Foi mencionada por ele a importância do acompanhamento do engenheiro estrutural Jorge Zaven Kurkdjan para definição de detalhes das interfaces estruturais entre a edificação frágil de alvenaria e a nova estrutura em aço.

O arquiteto revelou que os detalhes eram feitos durante a obra e resolvidos em conjunto com os engenheiros. Não foram cedidos detalhes arquitetônicos ou estruturais do

projeto além dos croquis elaborados na ocasião da entrevista e gentilmente cedidos para a pesquisa em questão.

A interface entre a cobertura dos pátios e a estrutura existente foi mencionada rapidamente pelo arquiteto devido à simplicidade da solução.

As clarabóias planas sobre os pátios (fig. 5.23, 5.24) são estruturas em grelha de “perfis-calha” soldados entre si, como dito anteriormente. Seu conjunto é apoiado na alvenaria de duas formas: pontualmente através de pilaretes fixados no topo da alvenaria nos pátios laterais (detalhe 4 da figura 5.22); ou distribuído lateralmente através de vigas, na cobertura do pátio central e que se estende além do octógono (detalhe 3 da figura 5.22). No segundo pavimento, na área de exposição de esculturas e seu lado oposto (ao lado da escada) existe a interface com vigas de aço de seção tubular retangular, mas acredita-se que não há transmissão de carga para a alvenaria a qual faceia e sim para apoios na viga de perfil I (detalhes 1 e 2 da figura 5.22).



Figura 5.22 - Corte transversal parcial e corte longitudinal parcial.  
FONTE: Adaptado de ROCHA (2006).



Figura 5.23 - Vistas do apoio da cobertura dos pátios laterais (detalhe 4).  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.24 - Acima vistas do detalhe 3 (viga I); abaixo vistas do detalhe 1 (viga retangular).  
 FONTE: Arquivo pessoal.

O arquiteto comentou sobre a possibilidade da visita à cobertura, já que existe acesso facilitado através da escada helicoidal e seguro devido aos corrimãos em toda a extensão do piso abaixo da clarabóia plana (fig. 5.25). Segundo ele a área foi pensada não apenas para a manutenção, mas também para visitas. No entanto, a visita à cobertura não foi permitida pela administração do museu e, dessa forma a observação dos detalhes aconteceu por baixo e à distância.

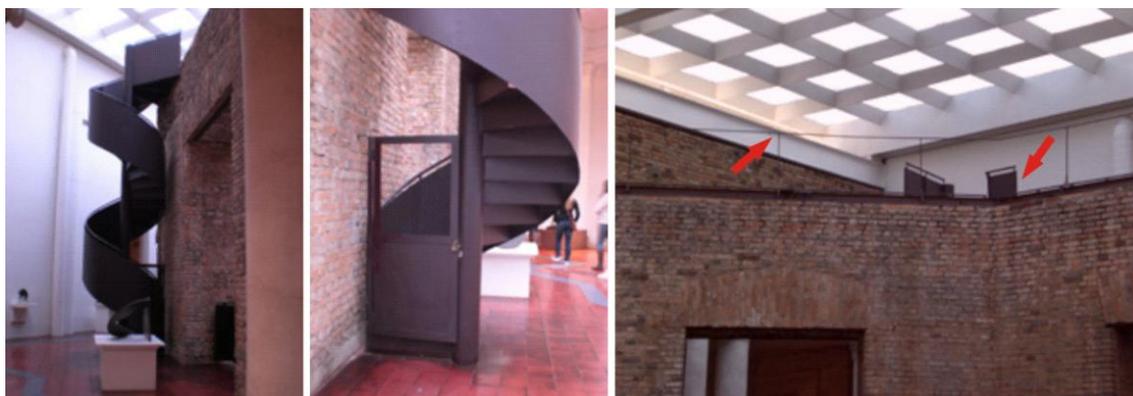


Figura 5.25 - Acesso à escada helicoidal impedido e corrimão no piso abaixo da cobertura central (det. 3).  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Duas interfaces aço-preexistente do projeto foram mais bem esclarecidas por Paulo Mendes na entrevista: o apoio das passarelas e a fixação da estrutura do auditório que, segundo ele, é a mais interessante.

A primeira, detalhamento da interface entre as passarelas de aço e a alvenaria de tijolos de barro preexistente, localiza-se nos dois pátios laterais do edifício. Segundo o arquiteto ao invés de engastar as passarelas nas paredes, optou por simplesmente apoiá-las nas lajes objetivando uma melhor distribuição do carregamento na frágil estrutura preexistente (fig. 5.26).

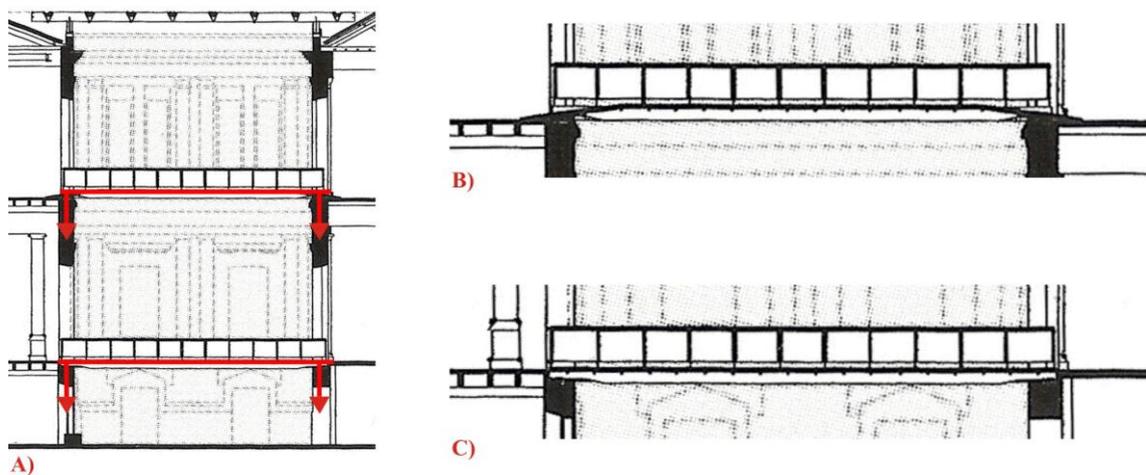


Figura 5.26 - Corte longitudinal parcial: A) caminho das cargas nas passarelas; B) detalhe apoio da passarela no 2º pav.; C) detalhe apoio da passarela no 1º pav.

FONTE: Adaptado de ROCHA (2006).

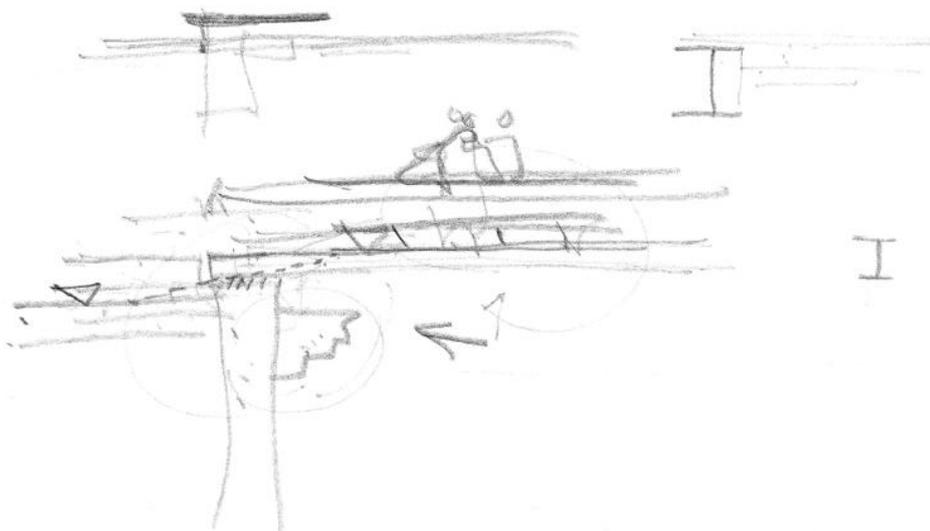


Figura 5.27 - Interface entre passarela metálica e alvenaria existente (pátios laterais no 2º pav.).

FONTE: Croquis cedidos pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha (2009).

Existe uma diferença entre os locais de apoio das passarelas no primeiro e no segundo pavimento devido à presença de cornija<sup>18</sup> no segundo (fig. 5.27, 5.28). Para manter a similaridade visual das passarelas sem interferir no detalhe existente, o arquiteto optou por subir levemente o nível das pontes e rampá-las nas laterais (fig. 5.27, 5.29).

A estrutura de todas as passarelas inseridas no edifício é composta de perfis I ao longo de sua extensão e que tem uma redução na altura da alma ao aproximar-se do apoio (fig. 5.28). No caso do apoio das passarelas do 2º pavimento, o perfil I foi fechado com chapa metálica nas laterais internas à passarela e em metade da seção vista de dentro do edifício para melhor acabamento com o piso em aço da rampa (fig. 5.29).

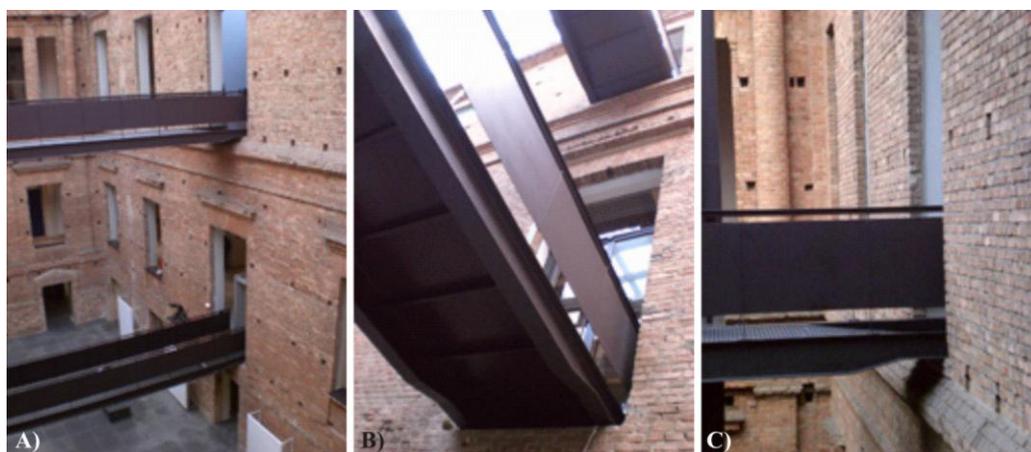


Figura 5.28 - A) vista geral das passarelas; B) detalhe apoio do 1º pav.; C) detalhe apoio do 2º pav.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.29 - Detalhes da rampa e estrutura da passarela do elevador do 2º pav.  
FONTE: Arquivo pessoal.

---

<sup>18</sup> Moldura ou faixa horizontal que se destaca da parede a fim de acentuar as nervuras nela empregadas.

Segundo Paulo Mendes, a concepção desse detalhe foi um dos momentos em que a interdisciplinaridade e sua relação de confiança com o engenheiro estrutural foram de grande importância. O arquiteto participou da ideia inicial mas, segundo ele, quem elaborou o detalhe foi o engenheiro.

A segunda interface abordada na entrevista acontece na estrutura de sustentação da laje de cobertura do auditório. O conjunto estrutural é composto por uma grelha de vigas metálicas de perfis I, travadas por um anel octogonal em perfis U, enrijecidos na mesa inferior, que são fixados na alvenaria autoportante existente. (fig. 5.30, 5.31).



Figura 5.30 - Grelha de perfis metálicos que sustenta a laje de cobertura criada.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.31 - Detalhes de interfaces entre o anel da grelha metálica e a alvenaria estrutural existente.  
FONTE: Arquivo pessoal.

O que torna essa interface aço-preexistente interessante é que, segundo o arquiteto, sua solução considerou a alvenaria autoportante como se fosse solo, ou seja, como uma base elástica. Para que o carregamento da laje fosse uniformemente distribuído ao longo de todo o anel e não pontualmente através das vigas, foi soldada grande quantidade de pinos metálicos nas faces externas das almas dos perfis U que fazem a conexão com a alvenaria. (fig. 5.32).

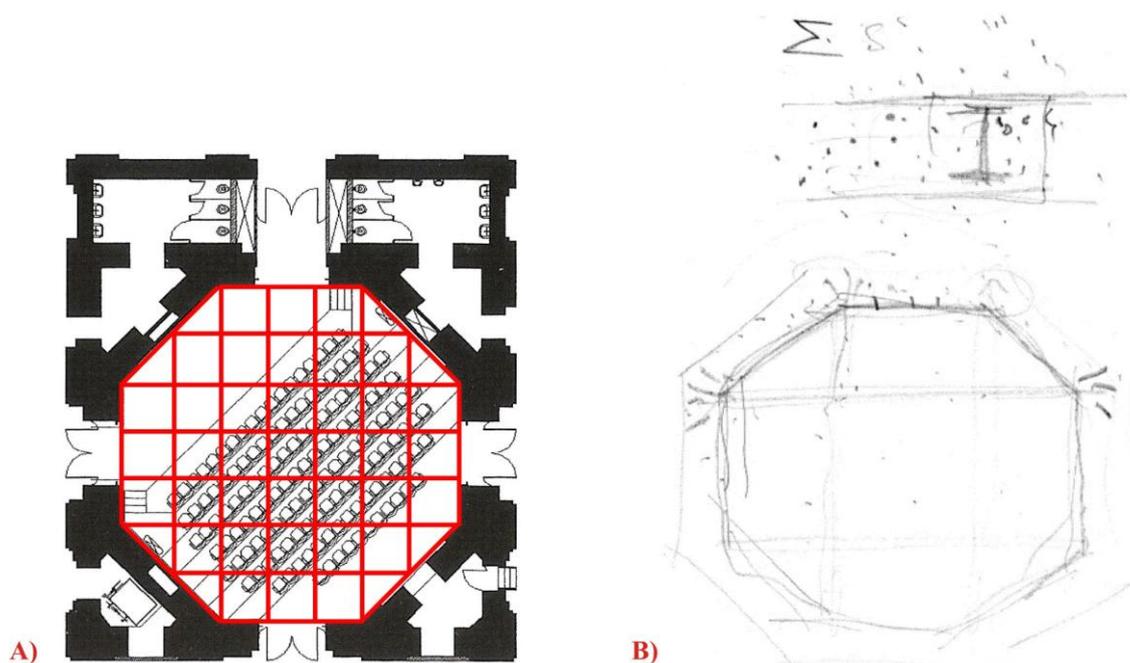


Figura 5.32 - Grelha de sustentação da laje de cobertura do auditório:

- A) planta esquemática da estrutura; B) croqui do arquiteto: seção vertical de perfil I e planta esquemática da grelha. FONTE: A) Adaptado de Rocha (2006); B) Croquis cedidos pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha (2009).

É importante ressaltar que tal detalhe (fig. 5.32, 5.33) não poderia ser contemplado na pesquisa se não houvesse a disponibilidade do arquiteto responsável em passar informações tão específicas sobre o projeto. As referências bibliográficas que mencionam a obra de intervenção da Pinacoteca abordam aspectos gerais da arquitetura e em alguns casos sua relação com a estrutura, mas nunca especificidades como as interfaces estruturais.

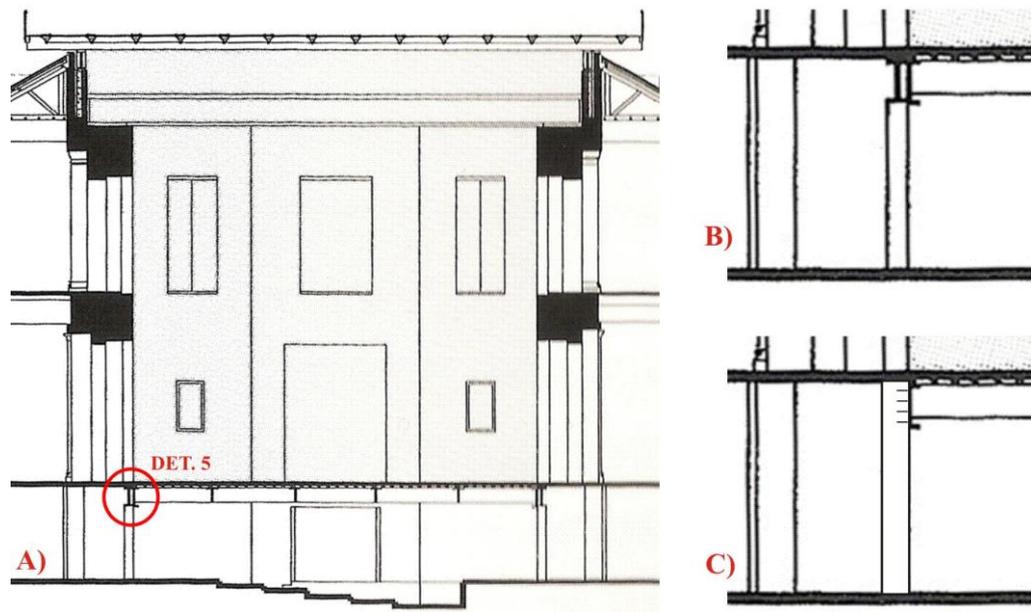


Figura 5.33 - A) corte longitudinal parcial; B) detalhe 5 do corte da fonte bibliográfica; C) detalhe 5 adaptado ao discurso do arquiteto.  
 FONTE: Adaptado de ROCHA (2006).

Na visita *in loco* pôde-se perceber que, em algumas arestas do anel octogonal, a parede em que este se apóia recebeu um preenchimento em concreto. Acredita-se que esse detalhe tenha sido realizado para nivelar a superfície em que o conjunto metálico se apóia, já que a espessura da alvenaria varia onde acontecem os engrossamentos da estrutura existente (fig. 5.31a).

## 5.2 CASA BANDEIRISTA – FAZENDA SÃO JOSÉ DO MANSO



Figura 5.34 - Vistas externas da Casa Bandeirista.  
FONTE: Arquivo pessoal.

### 5.2.1 HISTÓRICO

A edificação foi sede da Fazenda São José do Manso em Ouro Preto, que hoje faz parte do Parque Estadual do Itacolomi. Também é conhecida como Casa Bandeirista devido a sua influência tardia da arquitetura bandeirante.



Figura 5.35 - Vista aérea da Casa Bandeirista e seu entorno no Parque Estadual do Itacolomi.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Segundo FRANCO (1998), a casa tem grande importância histórica por ser um dos poucos edifícios existentes em Minas Gerais que testemunha a influência paulista bandeirante. A edificação diferencia-se dos modelos seiscentistas de São Paulo devido à utilização da alvenaria de pedra ao invés de taipa de pilão como técnica construtiva. (fig. 5.34 e 5.36).

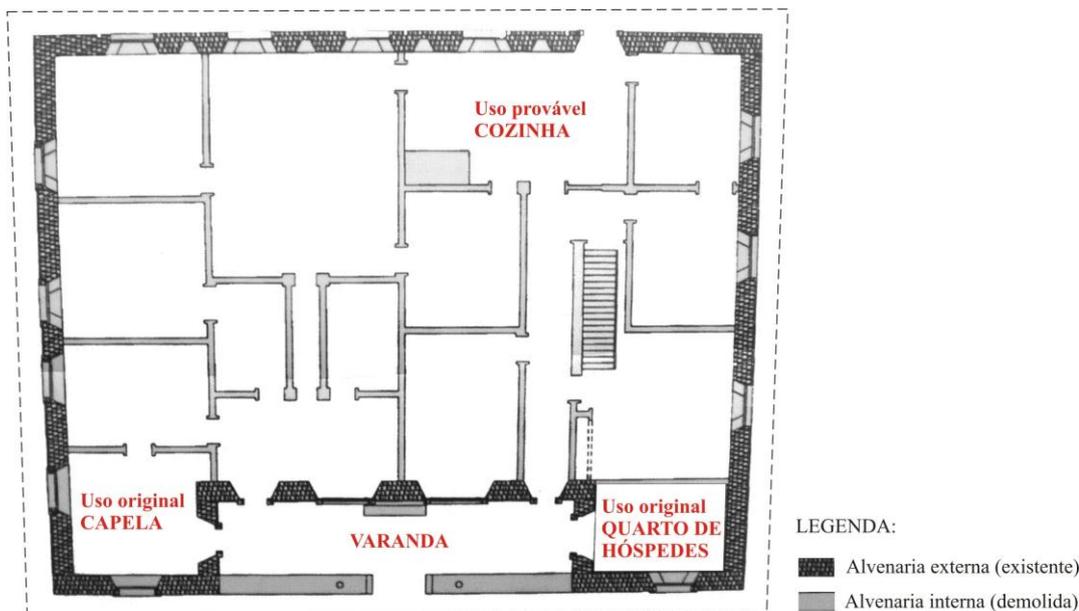


Figura 5.36 - Foto digital da planta da Casa Bandeirista ainda com as paredes internas.  
 FONTE: Adaptada de IEPHA-MG.

Segundo folheto de turismo do Parque Estadual do Itacolomi, a Casa Bandeirista é considerada por muitos historiadores como o primeiro edifício público de Minas Gerais.

Presume-se que esta edificação tenha sido construída entre 1706 e 1708. Anteriormente chamada de “Vargem da Olaria”, a casa já abrigou funções como moradia do guarda mor, hospedaria, posto de cobrança de impostos e vigilância e defesa do acesso às minas de Ouro Preto. Pode-se dizer que a edificação foi conservada por aproximadamente 250 anos devido a essa pluralidade de usos (FRANCO 1998).

Cada um desses usos deu origem a algumas modificações como, por exemplo, a grade de madeira que foi inserida entre o vão interno e a varanda, adaptação posterior à construção original, para a cobrança do quinto do ouro. Outro exemplo é uma possível modificação na planta anterior à metade do século XX em que houve uma abertura de nicho em uma das janelas da parede sudoeste.

Segundo FRANCO (1998), o valor histórico da fazenda é reconhecido pelo SPHAN desde a década de 40, porém seu tombamento pelo IEPHA-MG aconteceu apenas em 1998, juntamente com o projeto de intervenção analisado. Outras intervenções na construção foram realizadas em 1948, 1956 e 1957.

Sabe-se que desde a primeira intervenção existe a ameaça de ruínas das paredes, mas segundo inventário do DPHAN em 1948, nenhuma obra foi realizada no sentido de estabilizá-las. Algumas das intervenções ocorridas nesse ano foram: elevação do nível do beiral; pilares (embutidos nas laterais da varanda); viga em concreto armado (embutida sobre coluna de madeira); na cobertura apenas reparos e substituição de algumas peças (fig. 5.37 e 5.38). (FRANCO, 1998).



Figura 5.37 - Fotos externas da varanda em 1948 em que pode se observar os muros existentes.  
FONTE: IEPHA-MG (1998b).

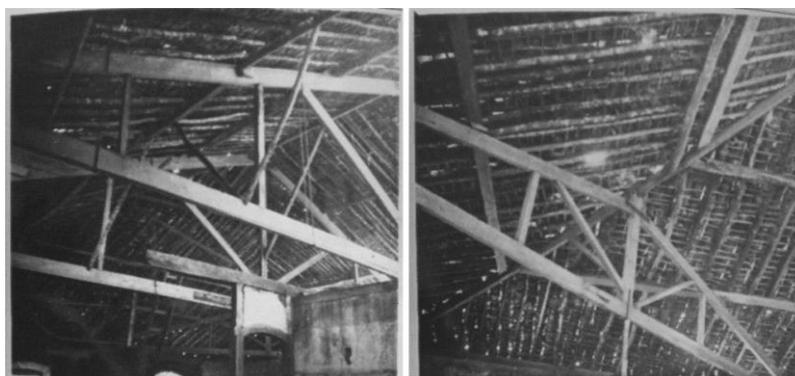


Figura 5.38 - Fotos internas da cobertura da Casa Sede: Antes e depois da intervenção de 1948.  
FONTE: IEPHA-MG (1998b).

Já na intervenção de 1956 houve a reconstrução total da cobertura e intervenções estruturais em concreto armado como o cintamento sobre a alvenaria externa de pedra e a abertura de nichos nas paredes para a fixação de pilares. (fig. 5.39).



Figura 5.39 - Fotos da reconstrução da cobertura em 1956.

FONTE: IEPHA-MG (1998b).

Em 1957 houve o desabamento de partes do telhado em que haviam sido aproveitadas algumas peças de madeira o que ocasionou mais uma intervenção. Segundo FRANCO (1998) houve retelhamento, mais reforços no madeiramento da cobertura, e colocação de novos apoios de madeira para sua sustentação. O telhado tinha disposição convencional de caibros e ripas, todas as tesouras tinham suas peças atirantadas e o acabamento em peito de pombo acontecia em todos os vértices, assim como o beiral em beiraseveira<sup>19</sup>. No mesmo ano ocorreu a inserção de colunas de pedra na alvenaria e restauração de vergas e esquadrias.

Segundo FRANCO (1998) a parede de tijolos construída para separar a área interna da casa do antigo quarto de hóspedes foi construída em época posterior às intervenções de 1948/56, mas sua data exata é imprecisa. (fig. 5.40).

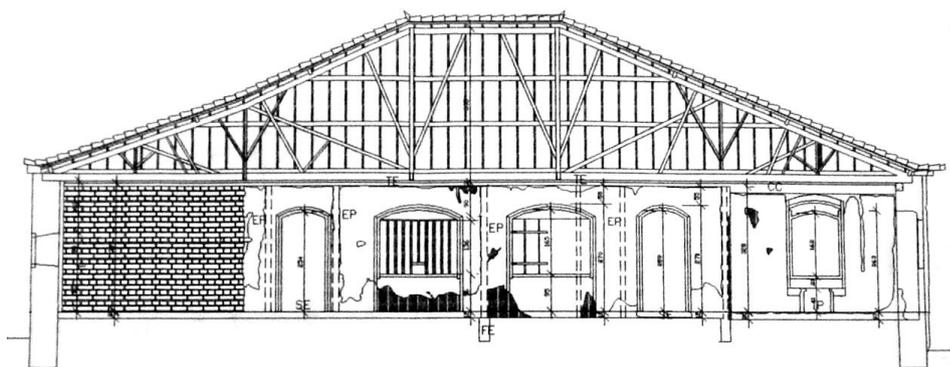


Figura 5.40 – Foto digital do Corte AA da antiga sede da fazenda: levantamento e diagnóstico (1988).

FONTE: FRANCO (1998).

<sup>19</sup> Beiral com duas camadas de telhas superpostas.

As paredes internas em tijolos cerâmicos e o muro da varanda foram demolidos, também em época imprecisa. O que restou para a confirmação da existência das primeiras foram fundações existentes e soleiras encontradas no piso interno da casa (fig. 5.40, 5.41). No caso do muro, pôde ser verificado pelas fotos externas de 1948 (fig 5.42), além de resquícios de pedras encontrados nas bases dos pilares de madeira.

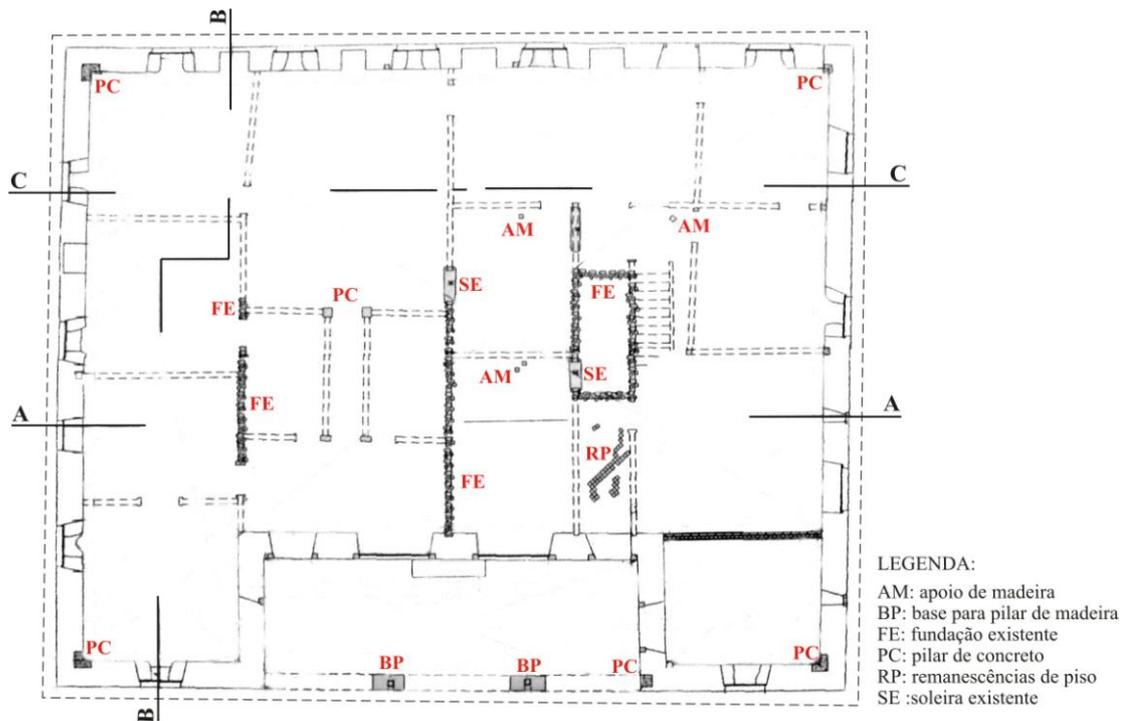


Figura 5.41 - Foto digital da planta do levantamento de 1988.  
 FONTE: Adaptada de FRANCO (1998).

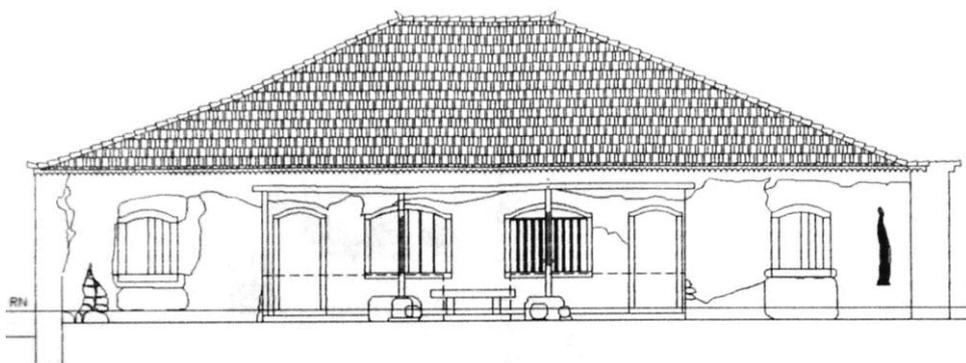


Figura 5.42 – Foto digital da Fachada Principal da antiga sede da fazenda: levantamento de 1988.  
 FONTE: FRANCO (1998).

Em 1988 iniciativas foram tomadas por parte do IEPHA-MG como, por exemplo, o levantamento e diagnóstico da casa feita pelo arquiteto da instituição Lizandro Melo

Franco (fig. 5.41, 5.42, 5.43), mas nenhuma ação efetiva de intervenção foi realizada nessa época.

Em 1995 a fazenda foi vendida ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG) que constatou o mau estado de conservação da construção (fig. 5.43). A partir daí o IEF buscou medidas para garantir a recuperação e revitalização da antiga sede da fazenda, uma delas foi sua mudança de uso para Centro de Referência e Interpretação do Parque Estadual do Itacolomi, através de um convênio com o IEPHA-MG. (FRANCO, 1998).



Figura 5.43 - Mal estado de conservação da construção em 1997.  
FONTE: IEPHA-MG (1997).

A grande obra de intervenção aconteceu em 1998 com projeto de revitalização de interiores, selecionado por meio de concurso, dos arquitetos Carlos Alberto Maciel, Danilo Matoso, Flávio Carsalade e Paulo Lopes. Após consulta ao acervo do IEPHA-MG observou-se que alguns projetos e consultorias foram terceirizados e, segundo Deise Lustosa<sup>20</sup>, parte da restauração foi projetada pelos arquitetos da instituição.

### **5.2.2 O PROJETO DE INTERVENÇÃO**

O projeto de intervenção da Casa Bandeirista, estudo de caso escolhido para análise, é um interessante exemplo de estabilização de ruínas além da riqueza de detalhes contemporâneos que contrastam com os materiais existentes e valorizam o bem cultural (fig. 5.44).

---

<sup>20</sup> Foram concedidas duas entrevistas para a pesquisa em questão por Deise Lustosa, ex-presidente do IEPHA/MG e uma das arquitetas que acompanhou todo o processo de projeto da intervenção de 1998 da Casa Bandeirista.



Figura 5.44 - Fotos internas da Casa Bandeirista: a primeira tirada em 2008 e a segunda em 2009.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Até o início do século XX eram constantes as trocas espontâneas de usos. Atualmente este é um problema arquitetônico de maior complexidade devido às novas necessidades do homem contemporâneo. “Entretanto somente uma reutilização funcional (visando o presente) do espaço justifica este tipo de intervenção e possibilita ao monumento uma vida (útil) mais longa”. (FRANCO, 1998).

Como dito anteriormente, no projeto de intervenção de 1998 houve alteração de uso do edifício para a manutenção do bem. Dessa forma, pode-se dizer que, o método utilizado foi o de reciclagem (TEOBALDO, 2004).

A nova organização espacial da casa foi baseada em sua nova função de Centro de Referência e Interpretação do Parque Estadual do Itacolomi. Dessa forma, algumas áreas foram criadas baseando-se na delimitação da estrutura: o mezanino para exposições e, abaixo dele, área para projeção de audiovisuais. Cômodos ainda existentes se adequaram a novas funções como, por exemplo: o antigo quarto de hóspedes se tornaria uma loja; a antiga capela passaria a recepção dos visitantes. Todo o espaço interno da casa passaria a ser utilizado como museu e foi prevista a execução de mobiliário próprio como stands e vitrines, mas grande parte não foi executada. (fig. 5.45, 5.46).

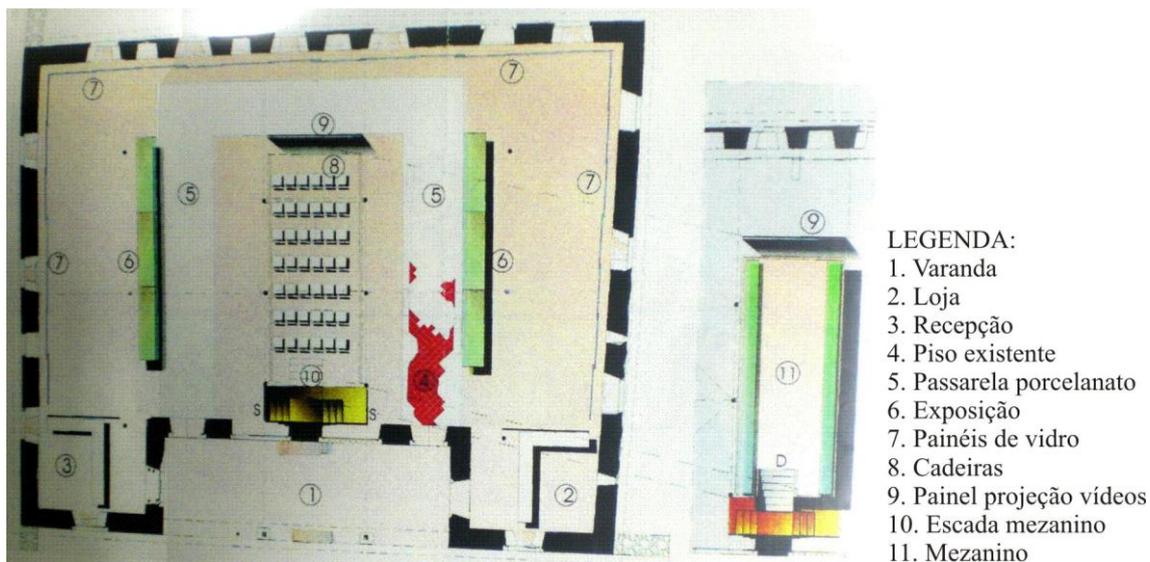


Figura 5.45 - Foto digital das plantas do 1º pavimento e do mezanino - anteprojeto de 1998.  
 FONTE: IEPHA-MG.



Figura 5.46 - Foto digital do corte transversal - anteprojeto de 1998.  
 FONTE: IEPHA-MG.

Anteriormente à elaboração do projeto foi necessário um estudo minucioso do estado da edificação. As alvenarias mostravam sinais de contínuo processo de ruínas, conseqüência do peso do telhado em alguns pontos de apoio das tesouras, da umidade e da degradação das argamassas e revestimentos utilizados nas paredes. Segundo relatório de restauração de alvenarias da empresa Consultare, outra questão que contribuiu bastante para a desestabilização da estrutura existente foram as aberturas realizadas para introdução dos pilares em concreto armado feitos na intervenção de 1956 (IEPHA-MG, 1997). Na primeira imagem da figura 5.47 mostra-se detalhe da interferência do pilar de concreto, promovendo liberdade de movimentação da alvenaria seguida de ruptura. Na segunda imagem da mesma figura apontam-se detalhes da ruptura do vão de uma das janelas.



Figura 5.47 - Fotos de rupturas da alvenaria de pedra.  
FONTE: Adaptado de IEPHA-MG (1997).

Além disso, imagina-se que a ausência das paredes internas também tenha motivado a desestabilização da edificação já que o sistema estrutural em alvenaria autoportante trabalha em conjunto e, na época da restauração, só existiam as espessas paredes externas de pedra.

Segundo IEPHA-MG (1997), a cinta de concreto armado já existente na época da consultoria não possuía dimensões que garantiam sua função estrutural, mas sua permanência não prejudicaria a estabilidade da alvenaria. (fig. 5.48).



Figura 5.48 - Cinta de concreto acima da alvenaria de pedras.  
FONTE: IEPHA-MG (1997).

Segundo IEPHA-MG (1997), na época da vistoria de avaliação das alvenarias, estas se encontravam estáveis desde que se mantivesse a carga distribuída do telhado sobre ela.

Mas foi ressaltado no relatório que existiam riscos de tombamento ou instabilidade das paredes caso o telhado fosse removido sem o devido escoramento prévio. Além disso, foi indicado que as alvenarias fora de prumo se mantivessem nesta condição. (fig. 5.49).

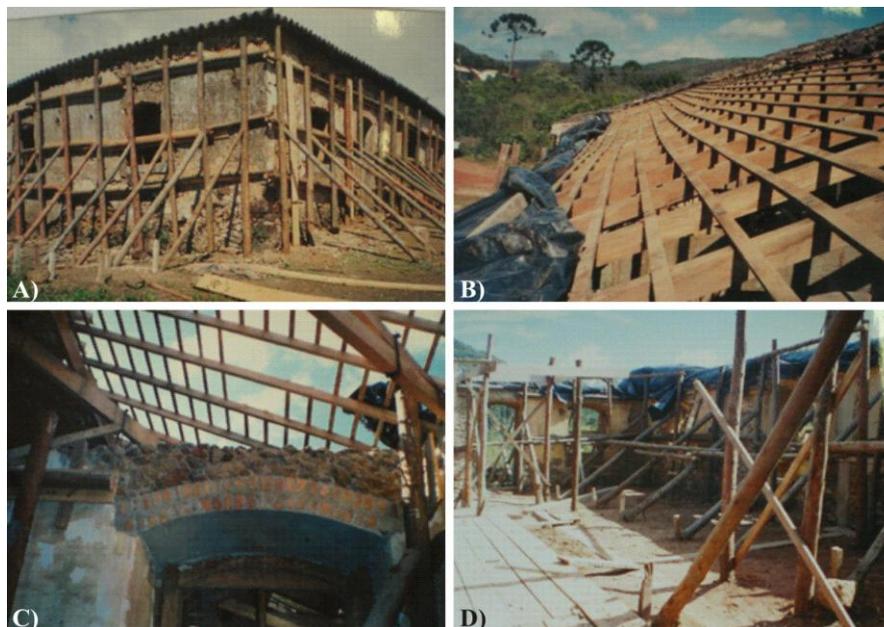


Figura 5.49 - Fotos: A) escoramento das alvenarias; B) e C) destelhamento; D) vista interna da obra após a retirada do telhado.

FONTE: IEPHA-MG (1998c).

Na intervenção de 1998 o tratamento externo e interno da edificação foi diferenciado desde a elaboração do conceito de projeto até a execução da obra.

Externamente, a casa foi totalmente restaurada: a alvenaria externa teve seu reboco e pintura refeita; a cobertura foi totalmente reconstruída (inclusive a beiraseveira) e encontra-se com a mesma volumetria da construção original, salvo pequeno acréscimo na altura devido ao cintamento de concreto feito em intervenção anterior e o preenchimento de alguns pontos em que se utilizaram pedras (acima de arcos de vãos) ou tijolos maciços (acima da viga de madeira da varanda). (fig. 5.49, 5.50, 5.51, 5.53).



Figura 5.50 - Restauração das fachadas: reboco, pintura e beiraseveira.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Interessante perceber que vários detalhes foram refeitos *in loco* devido à dificuldade de medição precisa. Na varanda, por exemplo, o preenchimento de tijolos acima da viga de madeira teve seu detalhamento feito na obra para um exato nivelamento da cobertura que se encontrava bastante desalinhada como pode ser visto na figura 5.43. Na figura 5.53, pode-se perceber o resultado final da intervenção nesse ponto.

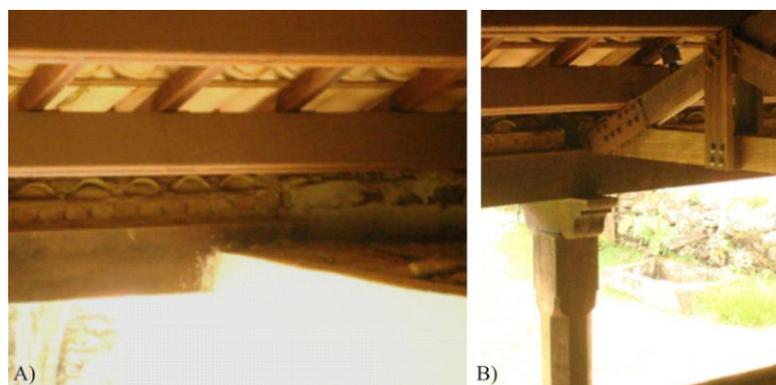


Figura 5.51 - A) encontro do cintamento de concreto com o preenchimento de tijolos acima da viga de madeira. B) detalhe da mesma viga acima do pilar de madeira.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Internamente o estado em que a construção existente se encontrava foi conservado. Dessa forma, não foram refeitos rebocos nas paredes, as áreas remanescentes do piso em tijolaria foram mantidas, uma parede de tijolo aparente foi conservada e as antigas paredes internas não foram reconstruídas. Além disso, houve a estabilização dos

elementos necessários como áreas das alvenarias de tijolos e de pedra, vãos e vergas de algumas aberturas.

Dois locais receberam piso elevado de vidro que têm função de vitrines horizontais. Estas foram construídas acima do antigo piso de tijolaria (cerâmica 20x20 cm) e de um trecho da antiga fundação que sustentava as paredes internas. Na visita *in loco* feita em 2009 notou-se que a maior vitrine horizontal havia sido retirada e agora o antigo piso está visível. Foi construído um guarda corpo também em aço e vidro para proteção da área. Segundo um dos guias do Parque do Itacolomi, a grande umidade do local condensava abaixo do piso de vidro e estava deteriorando a área que deveria ser conservada. Dessa forma optou-se pela retirada do piso elevado, intervenção que mostra um exemplo bem sucedido de reversibilidade. A vitrine posta acima da fundação permanece como na intervenção de 1998. (fig. 5.52).



Figura 5.52 - Vitrines do piso: A e B- fotos tirada em 2008; C e D- fotos tiradas em 2009.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Houve também algumas inserções em materiais contemporâneos como o novo telhado composto de madeira e aço e sua estrutura de sustentação e mezanino também em aço. Os painéis, em vidro temperado, utilizados para a proteção da alvenaria exposta internamente foram instalados juntamente com a estrutura metálica de apoio do telhado. (fig. 5.53, 5.55).



Figura 5.53 - A) e B) fotos da construção do telhado; C) fotomontagem da obra finalizada.  
 FONTE: IEPHA-MG (1998c).

As paredes que contornam a varanda são totalmente desvinculadas da estrutura do telhado como pode ser visto na figura 5.54.



Figura 5.54 - Cobertura: A) foto tirada da escada; B) foto tirada da varanda.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Os perfis I do mezanino e os perfis leves do telhado são de aço patinável. Já os pilares metálicos que servem de apoio à cobertura e a subestrutura, ambos de perfis tubulares, são pintados na cor marrom. Segundo especificações do projeto, todos os perfis metálicos utilizados são SAC-41 (IEPHA-MG, 1998d). No entanto, houve diferenciação

no acabamento (pátina e pintura) dos perfis tubulares, possibilitando o surgimento da hipótese de que, talvez, os perfis tubulares não sejam deste tipo de aço.



Figura 5.55 - Fotos internas: a) estrutura de apoio do mezanino e da cobertura; b) detalhe de meia tesoura.  
FONTE: Arquivo pessoal.

A estrutura metálica utilizada na intervenção da Casa Bandeirista possui função estrutural, já que sustenta a cobertura o que estabiliza, em parte, as paredes da edificação, uma vez que não recebem mais todo o peso do telhado. Segundo IEPHA-MG (1997), relatório estrutural elaborado pela empresa BEDÊ, a estrutura foi calculada para ser completamente autônoma, independente, realizada por 18 pilares metálicos que, suportam a quase totalidade das cargas do mezanino e das tesouras. Oito desses pilares em aço se dispõem tangenciando as paredes internamente, ou seja, sem que haja contato direto entre as duas estruturas. (fig. 5.56, 5.57).

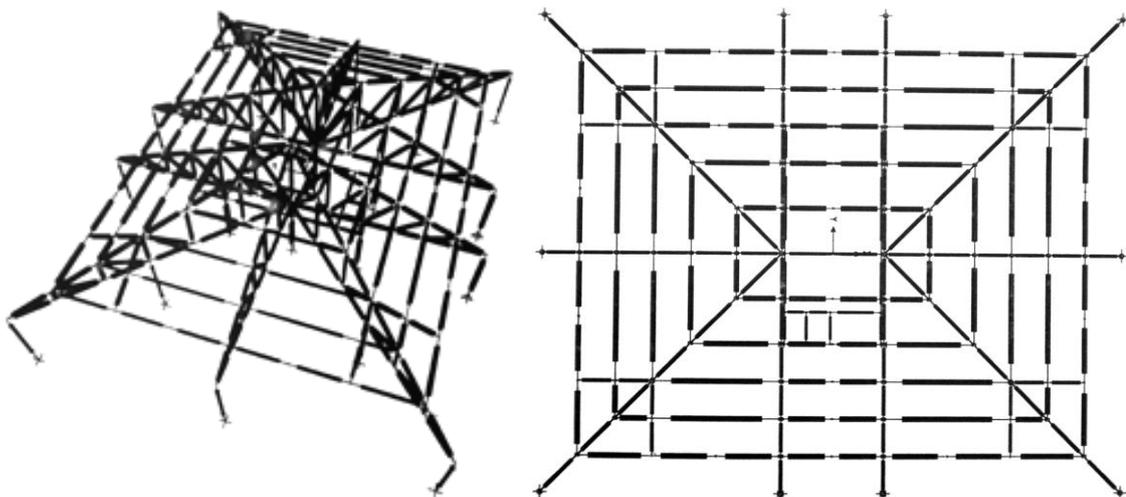


Figura 5.56 – Fotos digitais: 3D e planta da estrutura metálica gerada pelo programa SAP 2000.  
FONTE: IEPHA-MG (1998b).

Segundo entrevistas concedidas pela Arquiteta Deise Lustosa, a cobertura, além de não se apoiar na estrutura preexistente, auxilia o travamento da frágil alvenaria externa da casa impedindo que esta desmorone.

Com base nessas informações orais obtidas e em consulta minuciosa aos arquivos do IEPHA-MG durante a pesquisa, concluiu-se que a estrutura do telhado repassa apenas o carregamento suficiente para manter a estabilidade das ruínas conforme foi dito ser necessário na consultoria estrutural feita em 1997 pela Consultare. A vinculação entre as estruturas antiga e nova é feita por argamassa acima do cintamento de concreto existente e que também auxiliou a recomposição da beiraseveira.

Tais observações geraram modificações nos rumos do presente estudo, principalmente em relação à escolha das interfaces estruturais aço-preexistente analisadas a seguir.

### **5.2.3 ANÁLISE DAS INTERFACES DE FECHAMENTO AÇO-CONCRETO**

Ao contrário do que se imaginava no início da pesquisa, não existe interface estrutural entre a construção preexistente e estrutura contemporânea em aço, pois as peças metálicas da cobertura, como as terças em perfis-caixa, nem sequer faziam a estrutura existente. Apesar de os detalhes do projeto de intervenção mostrarem a existência de frechal de madeira auxiliando o apoio da cobertura em todo o perímetro da alvenaria externa, não foi possível tal percepção nas visitas in loco realizadas.

À medida que se percorre internamente a edificação percebe-se que, a olho nu, a estrutura do telhado se apóia de maneiras diferenciadas ao longo das alvenarias, provavelmente, devido ao desaprumo das mesmas.

Na figura 5.57, percebe-se que apenas as telhas em beiraseveira fixadas através de argamassa na estrutura preexistente de concreto (inserida na intervenção de 1956) apóiam-se na alvenaria de pedra existente. Neste trecho, nem os caibros de madeira parecem participar dos beirais.



**LEGENDA**  
 01 - RIPA EM MADEIRA  
 02 - TERÇA METÁLICA EM PERFIL CAIXA  
 02 - CAIBRO EM MADEIRA

Figura 5.57 - Detalhe de interface entre o beiral argamassado na cinta de concreto. As terças metálicas não fazem a estrutura existente.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Em outros trechos, como na figura 5.59a, uma peça de madeira, que parece ser o frechal, é parcialmente coberto pela argamassa de assentamento acima da cinta de concreto. Já na figura 5.59b, a existência do frechal não é visível e os caibros de madeira parecem penetrar na argamassa da beiraseveira.

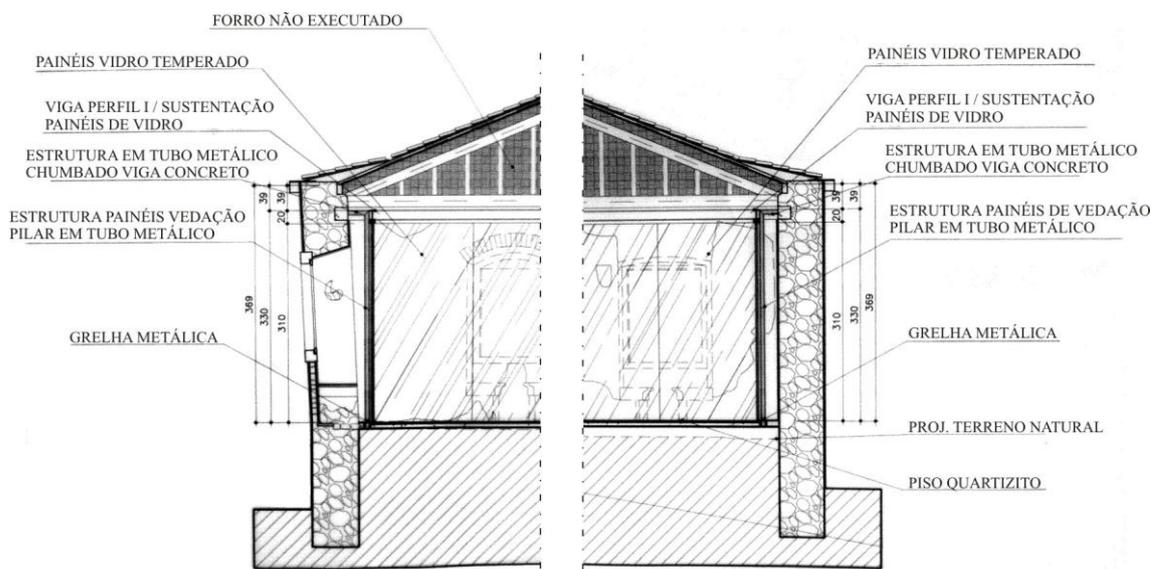


Figura 5.58 – Foto digital de cortes do projeto executivo - apoio da cobertura.  
 FONTE: Adaptado de IEPHA (1998a).

A interface aço-preexistente encontrada na intervenção da Casa Bandeirista não têm função estrutural de estabilização, mas sim de sustentação do fechamento interno. Tal conexão acontece entre a subestrutura da vitrine de vidro temperado e o cintamento de

concreto armado existente na época da intervenção de 1998, mas oriundo da intervenção de 1956. (fig. 5.58 a 5.60).



Figura 5.59 - Detalhes da fixação da estrutura dos vidros na edificação existente.  
FONTE: Arquivo pessoal.

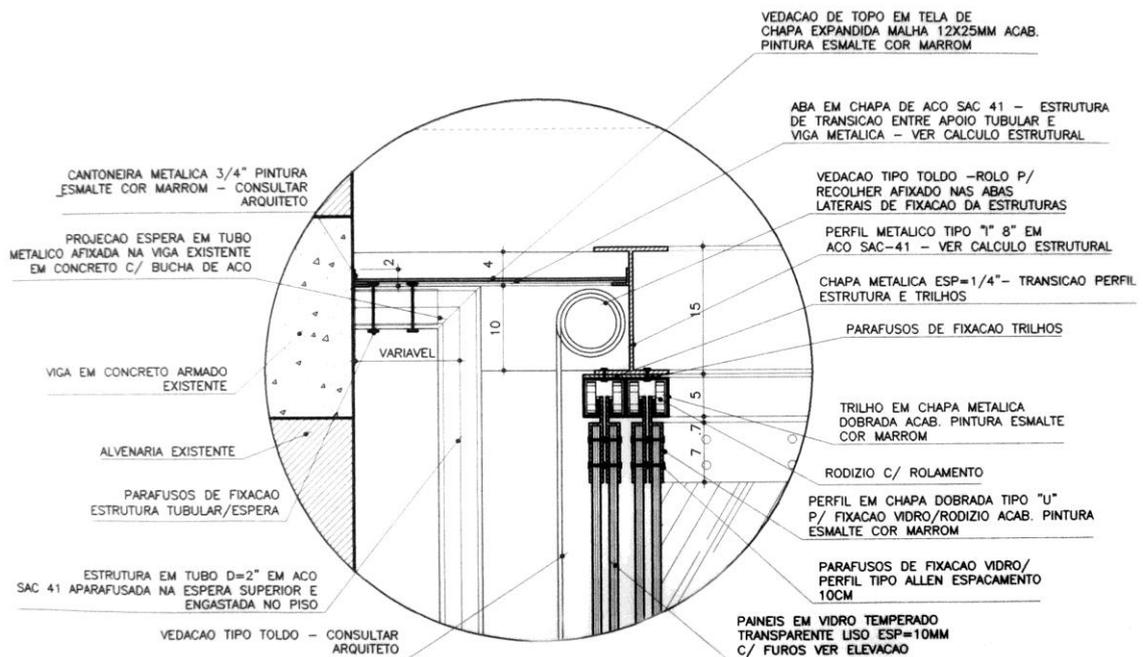


Figura 5.60 - Foto digital de detalhe do encontro da subestrutura do painel de vidro e a cinta de concreto existente - detalhe como é mostrado nas pranchas de detalhamento.  
FONTE: IEPHA (1998a).

Já as interfaces entre pilares metálicos e o piso acontecem através de placas de base e chumbadores. No entanto, o piso em pedra Quartzito Ouro Preto é atual, já que as ruínas foram encontradas em terra batida, ou seja, sem a maior parte do piso original e, por isso, não pode ser considerado uma preexistência. (fig 5.61).



Figura 5.61 - Interfaces entre pilares metálicos (tubular e perfil I) e o piso .  
FONTE: Arquivo pessoal.

De qualquer forma, mostrou-se interessante a abordagem do detalhamento da fundação já que existe a interface entre materiais distintos, sendo os pilares em aço e a base em concreto. Dois detalhes foram propostos (fig. 5.62):

- Insertos tipo I para os pilares de perfis I do mezanino;
- Insertos tipo II para as colunas de perfis tubulares em que se apóia a cobertura.

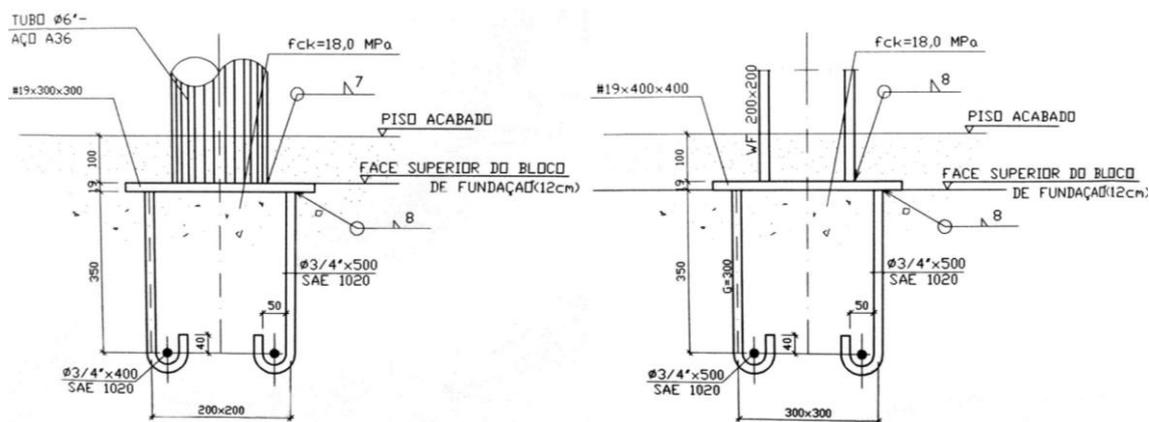


Figura 5.62 – Foto digital de detalhes das placas de base e chumbadores para pilares metálicos tubulares (insertos tipo II) e perfis I (insertos tipo I).  
FONTE: IEPHA (1998a).

Já a interface entre os novos pilares de madeira (com desenho baseado nos originais) e o piso acontece através de sua base composta de chapa em aço patinável fixada em insertos metálicos (fig. 5.63 e 5.64).



Figura 5.63 - Na varanda se encontram os dois pilares de madeira com base em aço patinável.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

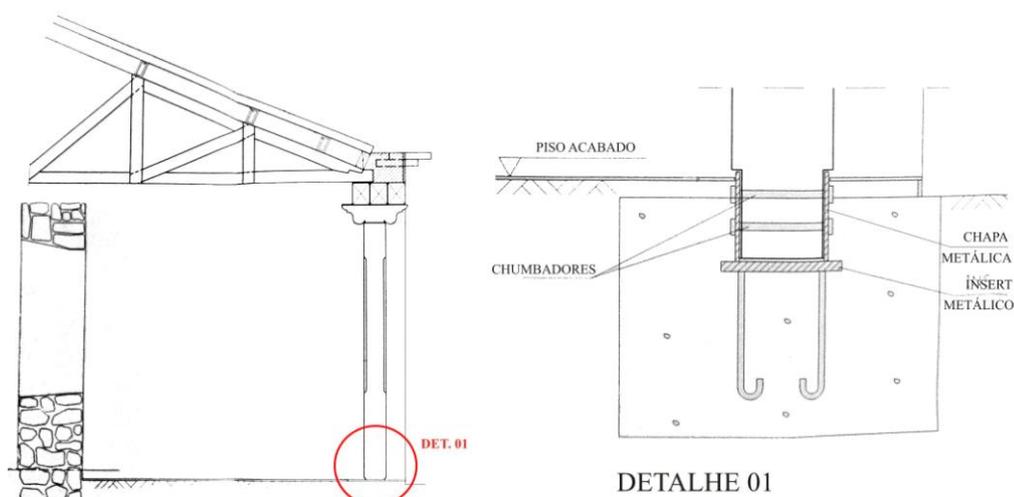


Figura 5.64 - Fotos digitais do corte transversal da varanda e detalhe da base do pilar de madeira.  
 FONTE: Adaptado de IEPHA-MG (1998a).

Ao final da análise desse estudo de caso, chegou-se a algumas conclusões em relação à gestão da qualidade do processo de projeto:

- Tal preocupação com a qualidade parece não existir nesse caso, já que se notou grande descompasso entre informações dos diversos documentos cedidos para consulta;
- Tal despreocupação parece ainda mais agravante quando se compara o projeto executivo da obra com o que foi realizado na obra;
- Para sanar todas as dúvidas quanto ao projeto e o que foi executado, seria interessante a produção de um *as built*, normalmente feito ao final da obra para facilitar futuras intervenções.

### 5.3 CENTRO CULTURAL PARQUE DAS RUÍNAS



Figura 5.65 - Vista posterior do Centro Cultural Parque das Ruínas.  
FONTE: RODRIGUES (2007).

#### 5.3.1 HISTÓRICO



Figura 5.66 - Vista do Parque das Ruínas e seu entorno imediato antes do projeto de intervenção.  
FONTE: Foto cedida pelo arquiteto Ernani Freire.

O Parque das Ruínas é um belo mirante do Rio de Janeiro, localizado no bairro de Santa Teresa que nasceu nos arredores de um convento no Morro do Desterro, no século XVIII (fig. 5.66). O bairro ocupa uma colina no coração da cidade e mantém há dezenas de anos aspectos preservados do Rio Antigo. Por suas ruas estreitas e sinuosas passam

os velhos bondes, os únicos que ainda circulam em todo o Brasil. Remanescentes de uma época romântica foram tombados como patrimônio histórico e ainda passeiam por trilhas preservadas. Segundo histórico fornecido pelo arquiteto Ernani Freire, um dos autores do projeto de intervenção do Centro Cultural Parque das Ruínas, o bairro foi curiosamente preservado pelo abandono, e pelo fato de ter ficado à margem dos planos urbanísticos propostos para a cidade ao longo do tempo.

A casa com planta em forma de cruz que originou o Centro Cultural construída na segunda metade do século XIX foi de propriedade de Joaquim Murтинho, ministro do governo Campos Sales, quando a casa era conhecida como Chalé Murтинho. Com a morte de Joaquim Murтинho (1911) o casarão ficou como herança para sua sobrinha Laurinda Santos Lobo. A partir de 1930 foram feitas sucessivas reformas - intervenções e acréscimos de autoria da própria Laurinda como, por exemplo, a torre de concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos que abrigaria um elevador que nunca foi instalado.

A mansão foi um dos pontos mais efervescentes da vida cultural carioca durante muitos anos, até a morte da anfitriã, em 1946. Segundo SOLAR... (1986), em reportagem do Jornal do Brasil, Pascoal Carlos Magno iniciou um projeto de restauração da casa, para transformá-la em um albergue de jovens nos moldes dos existentes na Europa, mas o projeto morreu com seu idealizador. O solar, com toda a sua coleção, continuou nas mãos do Instituto Homeopático Hannemanniano (da Uni-Rio) que o recebeu como doação pela família Santos Lobo, mas não conseguiu mantê-lo.

O casarão ficou abandonado, foi saqueado, ocupado por mendigos e traficantes. Segundo SOLAR... (1986), uma oficina clandestina funcionava como fachada para o ponto de tóxicos que se instalou no local, situação que causava medo aos moradores do bairro.

A edificação entrou então em processo de ruína como pode ser visto na figura 5.67, que apresenta fotografias tiradas pelos arquitetos na fase de levantamento para elaboração de projeto de intervenção. Observa-se que, originalmente, as paredes de tijolos cerâmicos eram revestidas com painéis de tecido floral em tons rosados, ainda da época

de Laurinda. Além disso, pode-se observar a ausência de pisos entre os pavimentos e partes do telhado, pois estes desmoronaram durante o tempo de abandono.



Figura 5.67 - Fotos internas da casa antes do projeto de intervenção.  
FONTE: Fotos cedidas pelo arquiteto Ernani Freire.

Já nas fotografias da figura 5.68, nota-se que grande parte do reboco e pintura externos também se perderam.

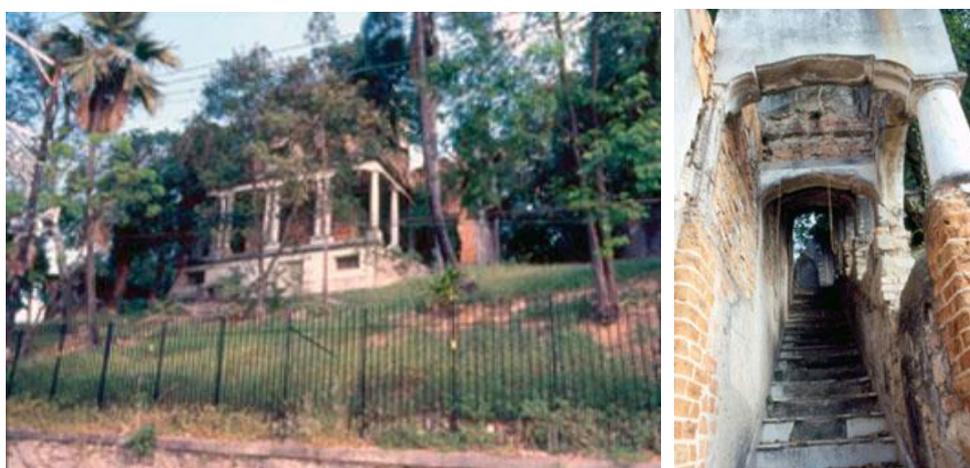


Figura 5.68 - Foto da casa original tirada da Rua Murinho Nobre e detalhe da entrada de pedestres pela mesma via. Ambas anteriores à intervenção.  
FONTE: Fotos cedidas pelo arquiteto Ernani Freire.

Em 1993 o então prefeito César Maia ratifica um decreto anterior criando o "Parque das Ruínas", nome escolhido pela administração regional de Santa Teresa, através de sua administradora, Rachel Jardim, mentora da idéia. Em 1995, a Prefeitura da Cidade do

Rio de Janeiro, através da Fundação Parques e Jardins, promoveu uma licitação para o desenvolvimento de um projeto para a "recuperação" das ruínas, cujo vencedor foi o escritório Ernani Freire Arquitetos Associados.

Segundo FREIRE (1997a e 1997b), não faria sentido mais um Centro Cultural no bairro, sem que houvesse uma ligação com o Museu Chácara do Céu (fig. 5.69), sendo necessário aproveitar sua proximidade e seu prestígio.

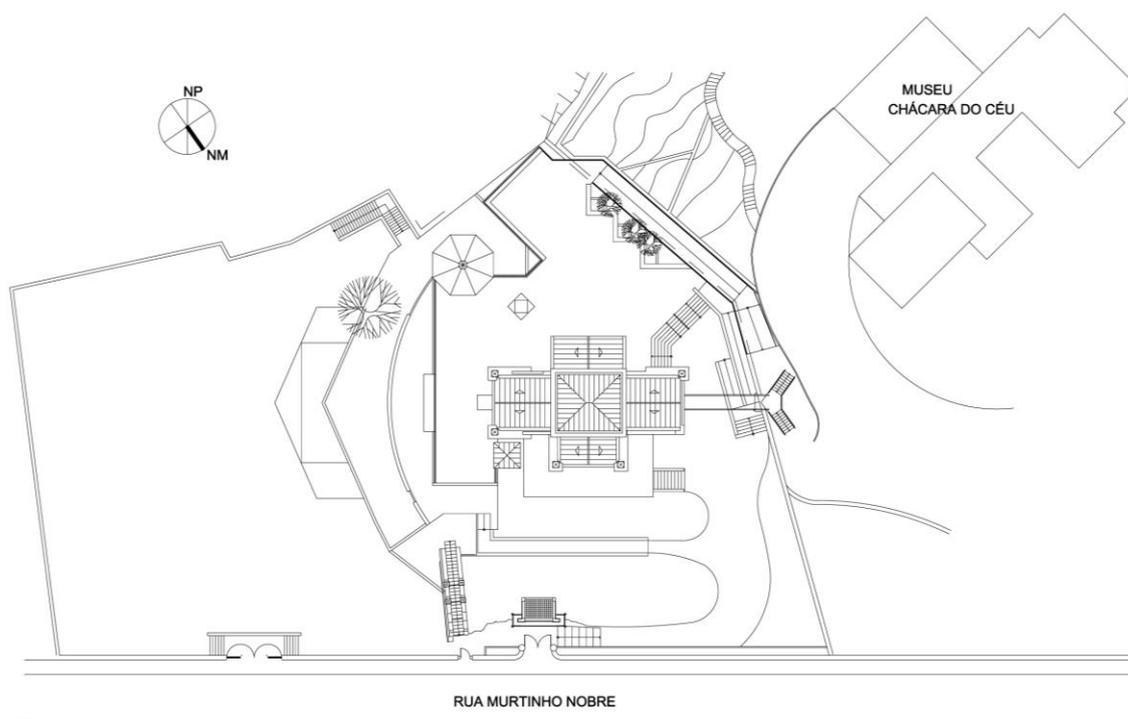


Figura 5.69 - Implantação do Parque das Ruínas: área para eventos ao ar livre no antigo terreno vazio (à esquerda), Centro Cultural Parque das Ruínas (ao centro) e Museu Chácara do Céu (à direita).  
FONTE: FREIRE (1995).

O Centro Cultural Parque das Ruínas funciona hoje como um anexo do Museu da Chácara do Céu (fig. 5.70a), mas também pode receber eventos independentes. Segundo FREIRE (1997b), a casa que abriga o museu é a antiga residência do industrial Raymundo Ottoni de Castro Maya, construção modernista, projeto do arquiteto Wladimir Alves de Souza, de 1957, circundada por jardins de Burle Marx e tombada pelo IPHAN (fig. 5.70b).

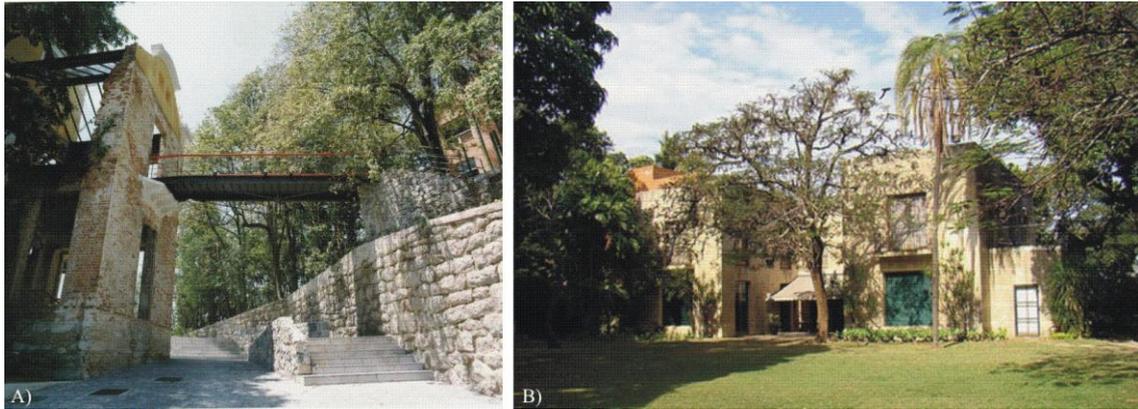


Figura 5.70 - A) Nova passarela que liga os dois edifícios vizinhos; B) Museu da Chácara do Céu.

FONTE: A) Foto cedida pelo arquiteto Ernani Freire; B) Disponível em:  
 <<http://www.flickr.com/photos/soldon/2740588432/>>. Acesso em: 28 out. 2009.

O projeto foi então iniciado em 1995 e a conclusão da obra aconteceu em dezembro de 1997. (fig. 5.71).

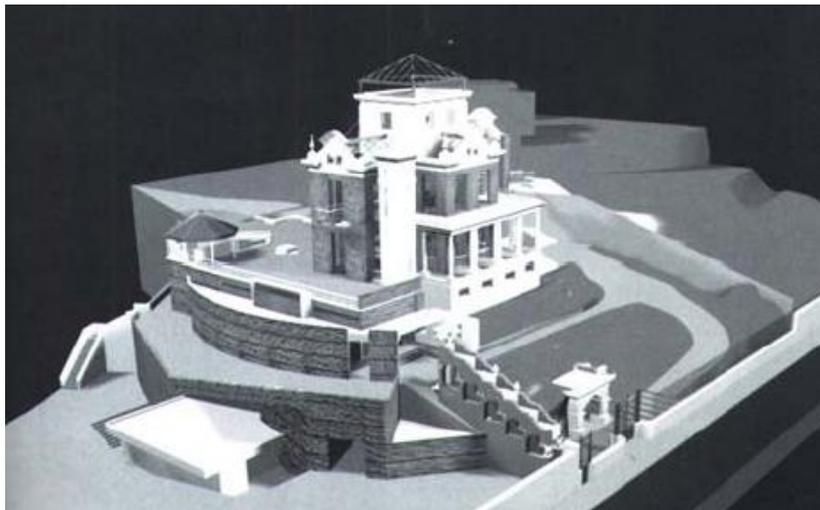


Figura 5.71 - 3D do projeto de intervenção do Parque das Ruínas.

FONTE: FREIRE (1996).

### 5.3.2 O PROJETO DE INTERVENÇÃO

Decidida a questão de utilização do espaço pelo Museu da Chácara do Céu, definiu-se um programa e o projeto tem então uma primeira abordagem de micro urbanismo, pois foram interligados um terreno plano e vazio (que também foi propriedade de Laurinda), o terreno da casa em ruínas e a Chácara do Céu (tombada pelo IPHAN), todos em cotas diferentes (fig. 5.69).

O projeto tem também uma abordagem de reciclagem e revitalização de um bem, que embora não fosse tombado, fazia parte da história do bairro. Por não haver tantos empecilhos e imposições de órgãos reguladores do patrimônio, esse é um exemplo de edificação que favorece uma intervenção mais ousada e que nem por isso está em desacordo com as atuais cartas do restauro.

Alguns elementos chamaram a atenção dos arquitetos e foram primordiais para a formação do conceito do projeto de intervenção. Segundo FREIRE (1997b), um deles se refere à dignidade do imóvel que, como ruína, era melhor que a obra que a produziu, pois a casa encontrava-se despida de alguns acréscimos inseridos por Laurinda. A luz que entrava pela ausência do telhado e pelos vãos já sem esquadrias favorecia tal ambiência que ainda contava com a vegetação que estava em perfeito “acordo” com as alvenarias, muitas vezes trançada nos tijolos. (Fig. 5.72).



Figura 5.72 - Fotos das ruínas tiradas na fase de levantamento.  
FONTE: Fotos cedidas pelo arquiteto Ernani Freire.

O maior encanto de uma Ruína está no fato de que sendo ela uma obra humana aparenta sempre ser uma obra da Natureza. A estética da Ruína é um acordo - entre o homem e a natureza de uma morte consentida. (FREIRE, 1997a *apud* STAROBINSKI, 1994?<sup>21</sup> *apud* SIMMEL, G., sd<sup>22</sup>).

Dessa forma, a intenção foi tratar a ruína sempre como ruína, sem pretender recuperar ou restaurar sua arquitetura original que, devido a inúmeros acréscimos, foi considerada de valor relativo.

---

<sup>21</sup> STAROBINSKI, Jean. (1994?), **A invenção da liberdade**. UNESP, ISBN: 8571390444, São Paulo.

<sup>22</sup> SIMMEL, Georg., (sd).

A casa agora chama atenção por sua arquitetura de tijolos aparentes combinados com estrutura metálica e vidro. Alguns volumes como a fachada posterior e os telhados foram fechados sem perder a luminosidade e a atmosfera proporcionada pelo estado de ruína em que a edificação foi encontrada. Além disso, o fechamento em vidro permite a relação direta do interior com o exterior e revela ao público a bela vista da cidade. Pelo mesmo motivo, a volumetria da cobertura foi recomposta com estrutura de aço e vidro. O material escolhido para as escadas e passarelas foi também o aço que além de contribuir esteticamente, serviu de reforço para a frágil alvenaria estrutural. (fig. 5.73).

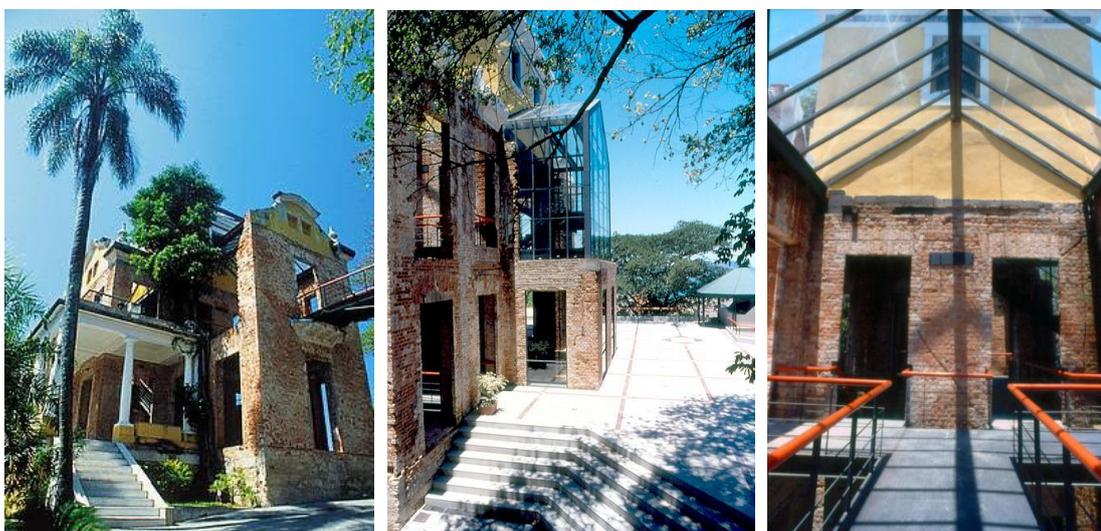


Figura 5.73 - Vistas do exterior e do interior do Centro Cultural Parque das Ruínas.  
FONTE: Fotos cedidas pelo arquiteto Ernani Freire.

A visão do entorno também foi mais um elemento que chamou a atenção dos arquitetos, já que a antiga construção é um mirante de onde se vê de perto detalhes da cidade do Rio de Janeiro - do centro e de toda a orla. Tal condição foi percebida durante o levantamento em que os arquitetos descobriram que do ponto mais alto da casa, na laje de cobertura do mirante existente, poderiam ter uma visão 360° do Rio de Janeiro, o que justificou a criação de um terraço no nível do telhado que desabou anteriormente. A laje foi demolida para permitir o acesso que se dá através da escada helicoidal que também faz ligação com o mirante e, abaixo, um patamar suspenso por tirantes de onde se começa a perceber melhor a paisagem a ser deslumbrada. Assim, a ruína foi tratada no projeto como um grande foyer, um lugar de passagem com escadas e passarelas e onde, em cada vão, o usuário pudesse descobrir um novo quadro com imagens do Rio

(FREIRE, 1997a). A paisagem descortina-se à medida em que o visitante sobe em direção ao terraço, como representado na figura 5.74.

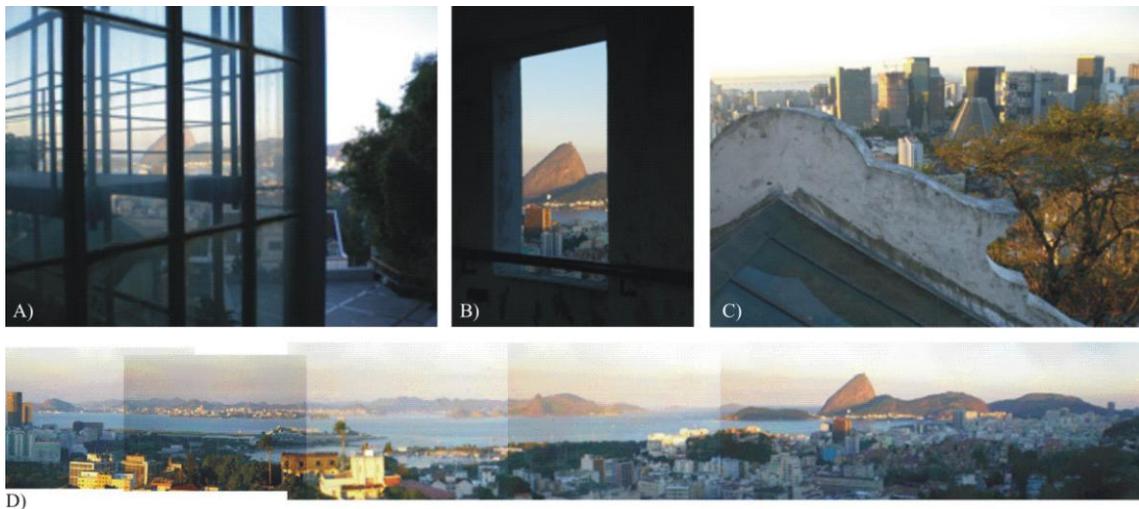


Figura 5.74 - Descortinamento da paisagem a medida que se sobe em direção ao topo da edificação: A) vista do patamar atirantado; B) e C) vistas de aberturas do mirante; D) parte da vista 360° do terraço.  
FONTE: Arquivo pessoal.

O projeto de intervenção também fez renascer das ruínas a cultura que ali existiu, pois trouxe novamente movimentação ao bairro Santa Tereza assim como a própria história da casa e de D. Laurinda com suas festas e saraus. Foi então conceitual a idéia de se fazer dali um centro cultural que abrigasse sala de exposições, auditório, cafeteria e área para eventos externos com um palco para espetáculos, administração, serviço e sanitários de apoio. O programa é distribuído em: um nível semi-enterrado (pouco abaixo do nível do antigo porão habitável); o grande foyer na edificação da ruína reorganizada em quatro andares; além de uma praça em que foi inserida a cafeteria inspirada no antigo projeto de um coreto, que jamais foi construído. (Fig. 5.75 a 5.79).



Figura 5.75 - A) Praça italiana; B) Platéia no terreno ao lado. Ambas vistas de dentro das ruínas.  
FONTE: Arquivo Pessoal.

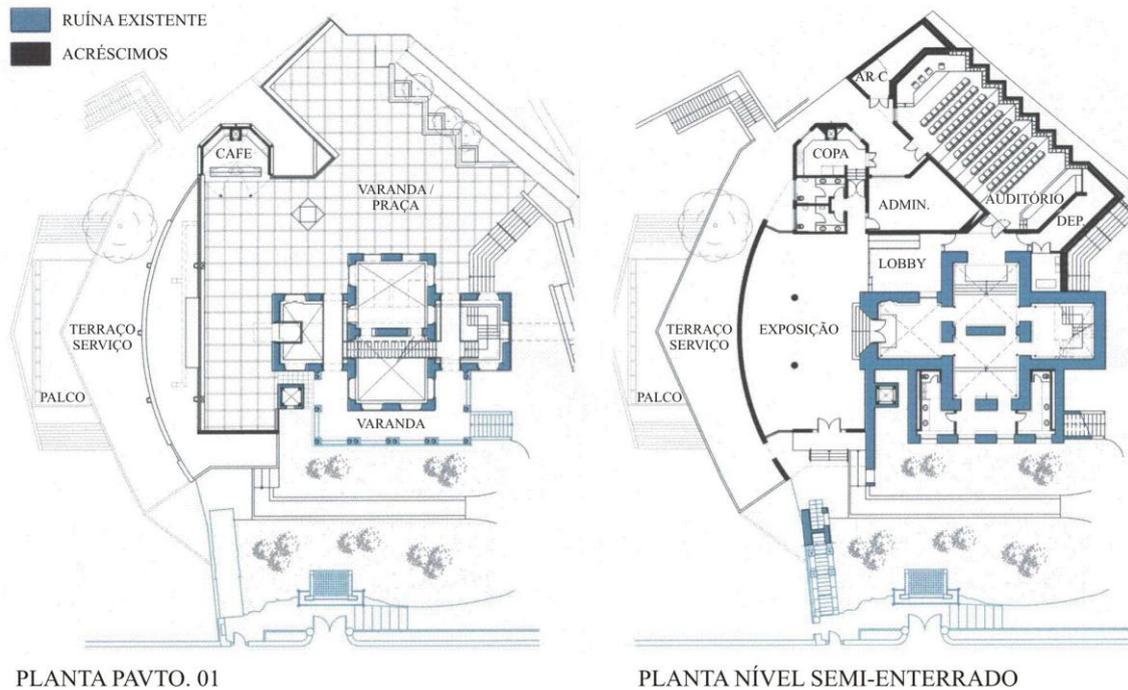


Figura 5.76 - Plantas primeiro pavimento e nível semi-enterrado.  
 FONTE: Adaptadas de desenhos cedidos pelo arquiteto Ernani Freire.

A intervenção nestas duas escalas (arquitetônica e urbana) foi motivada pelo desejo dos arquitetos de transformar o conjunto Parque das Ruínas / Museu Chácara do Céu em um ponto de referência cultural e de lazer não apenas para o bairro, carente deste tipo de equipamento, mas também para a cidade (FREIRE, 1997a).

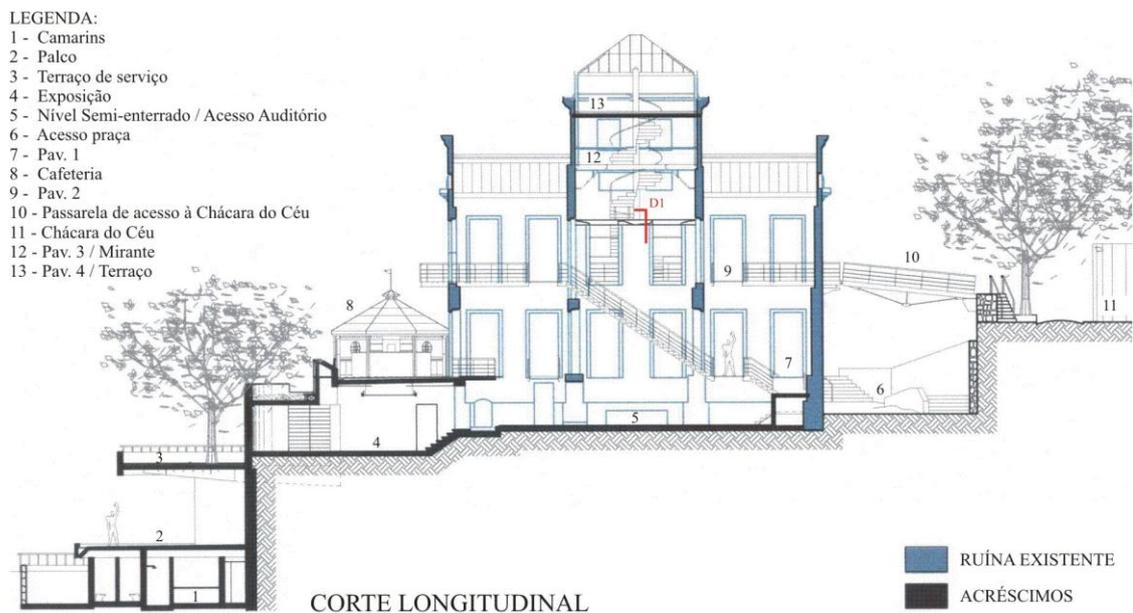


Figura 5.77 - Corte longitudinal.  
 FONTE: Adaptado de desenho cedido pelo arquiteto Ernani Freire.



Figura 5.78 - Vista lateral esquerda do novo conjunto (foto tirada da platéia para o palco).  
 FONTE: Foto cedida pelo arquiteto Ernani Freire.



Figura 5.79 - Acesso para o auditório e sala de exposições.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Os arquitetos limitaram-se a estabilizar a estrutura existente por meio de passarelas e escadas metálicas o que além de contribuir esteticamente através do contraste entre o antigo e o novo, criou caminhos inusitados e pontos de vistas variados. (fig. 5.80).



Figura 5.80 - Passarelas e escadas cruzam os vãos da ruína permitindo vistas variadas à noite e de dia.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

O antigo porão de onde se via parte da fundação original, sofreu uma intervenção corajosa (por parte dos arquitetos e engenheiro calculista) para que o edifício pudesse abrigar o programa de utilidades. Foi feito um trincheiramento (fig. 5.81) em que se utilizou o concreto armado como principal ferramenta estrutural. Tal procedimento foi feito aos poucos e com muito cuidado, pois na medida em que se desaterrava a área da fundação e abaixo dela, era necessário escorá-la e preenchê-la com concreto armado que também tinha a função de estabilizar a ruína para as próximas etapas da escavação. Uma grande área de trincheiramento pode ser vista nas fotos da figura 5.79.

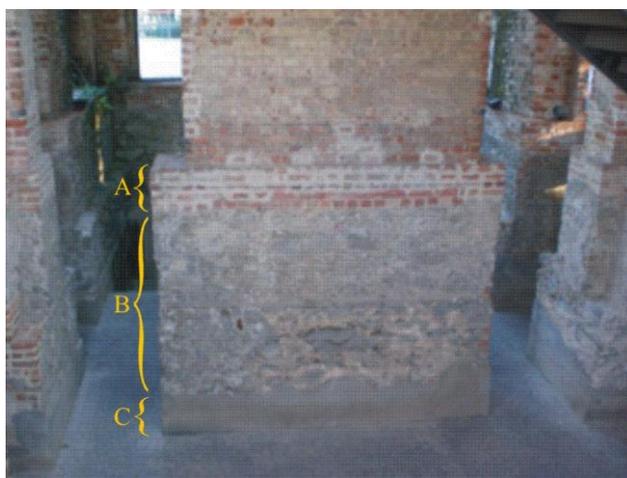


Figura 5.81 - A) Alvenaria existente; B) Fundação existente; C) Trincheiramento.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Na edificação atual a torre acrescentada pela antiga moradora foi mantida abrigando a função de torre d'água (fig. 5.82).

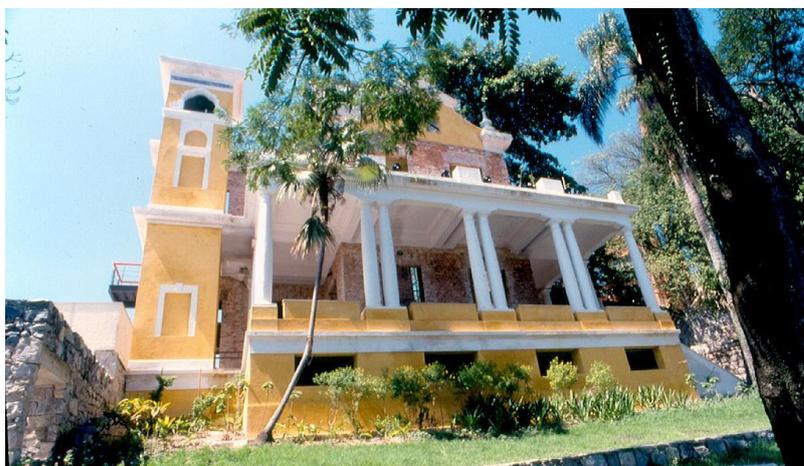


Figura 5.82 - Vista frontal da edificação com a torre que permaneceu na intervenção.  
FONTE: Foto cedida pelo arquiteto Ernani Freire.

Em relação aos acabamentos, algumas áreas das fachadas tiveram sua pintura restaurada. Em outros locais onde a ruína continuaria exposta, a recomposição de algumas áreas foi feita através de concreto e painéis de argamassa armada sem reboco, favorecendo a distinção entre a alvenaria original das áreas recompostas pelos novos materiais, como é recomendado pelas mais atuais teorias do restauro (fig 5.84). Internamente houve remoção do painel de tecido rosado cuja restauração era inviável devido ao seu alto grau de degradação. (fig. 5.83).



Figura 5.83 - Pequenos detalhes da antiga construção deixados na alvenaria.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.84 - Exemplos de inserções em concreto e placas de argamassa armada.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Em relação ao processo de projeto, constatou-se que não foi prevista a fase de acompanhamento de uso da edificação pelos arquitetos. Como resultado disto surgiram alguns problemas quanto à manutenção do edifício que, segundo TEOBALDO (2004), chegou a ser interditado em 2000, exigindo uma intervenção de conservação em seguida. (fig. 5.85).

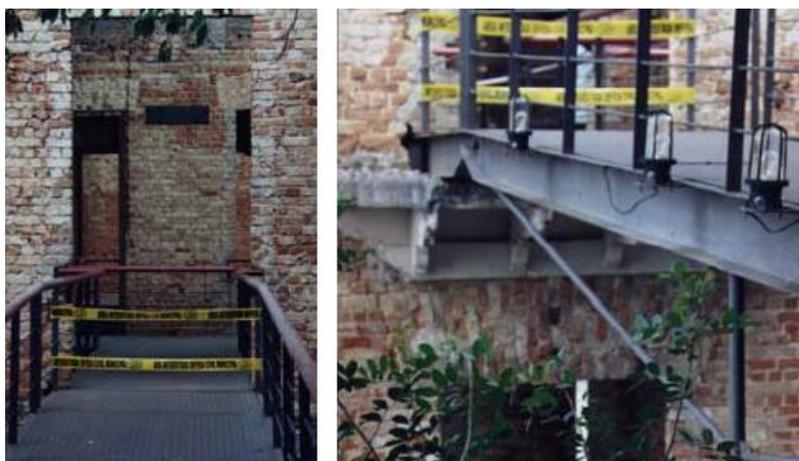


Figura 5.85 - Passarela interditada em 2000.  
FONTE: TEOBALDO (2004).

Atualmente o edifício está novamente aberto à visitação, mas com certa restrição em relação a eventos como grandes shows de música, devido a pedidos da sociedade do bairro Santa Tereza. Os moradores alegaram que o bairro não tinha infra-estrutura suficiente para receber tanto público e veículos, além dos altos níveis de ruído que perturbavam a tranquilidade do bairro essencialmente residencial.

O projeto estrutural foi incorporado ao arquitetônico o que mostra sintonia entre os intervenientes na compatibilização dos projetos. No entanto, percebem-se diferenças em alguns detalhes estruturais quando se comparam desenhos cedidos pelo arquiteto com as fotos tiradas em visita no local. Provavelmente alguns detalhes foram modificados durante a obra já que, nesse tipo de intervenção, os imprevistos são recorrentes devido ao estado de degradação da edificação. Segundo mencionou o arquiteto em entrevista em seu escritório, todos os profissionais envolvidos, arquitetos e engenheiros, visitavam a obra com frequência. De qualquer forma, para que haja tal incompatibilidade, é possível que não exista um *as built*. Outra opção seria que o projeto cedido para a pesquisa não seja o mais atual.

### 5.3.3 ANÁLISE DAS INTERFACES ESTRUTURAIS AÇO-ALVENARIA E AÇO-CONCRETO-ALVENARIA

Em geral, notou-se que não existe grande preocupação com futuras patologias. Tal despreocupação parece até proposital, já que o conceito do projeto é de que permaneça a atmosfera de ruínas.

A nova estrutura de aço apóia-se na antiga estrutura de tijolos. Algumas ligações são parafusadas o que permite a reversibilidade tão recomendada nas atuais cartas de restauro. Mas em grande parte da estrutura os perfis são chumbados na alvenaria existente e soldados entre si.

Além da estrutura metálica, o concreto também foi bastante utilizado na estabilização da estrutura existente, muitas vezes trabalhando conjuntamente com a estrutura metálica, como é o caso da interface escolhida para análise. Provavelmente, esta seja a interface mais elaborada entre as estruturas antiga e nova do edifício - a viga central composta de berço de concreto armado entre dois perfis metálicos dobrados em forma de U, conforme detalhe das figuras 5.86 e 5.89.

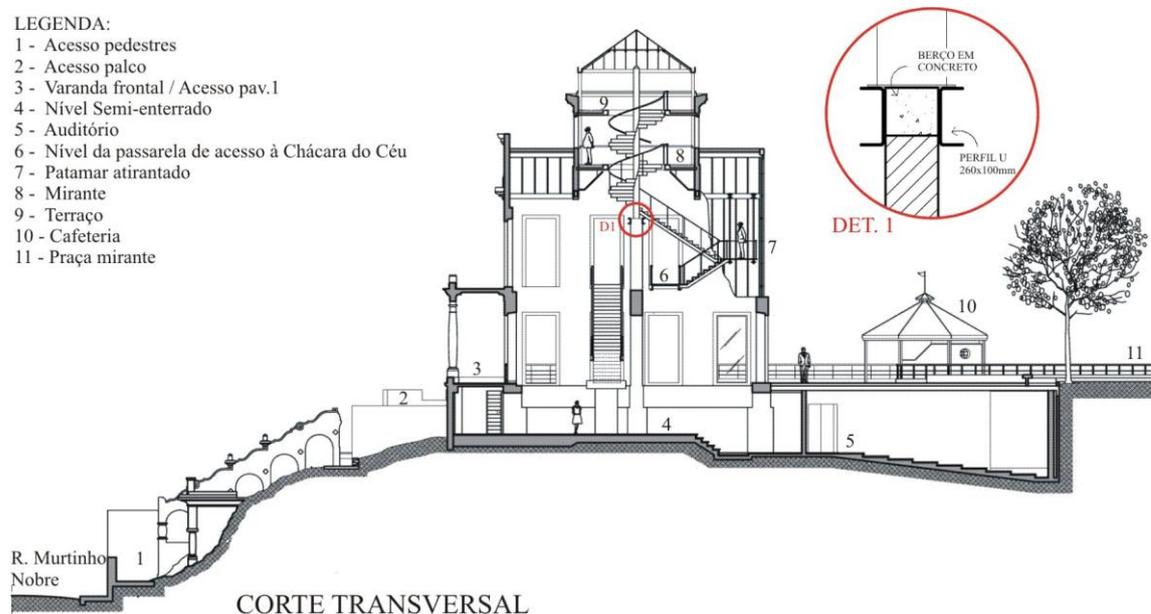


Figura 5.86 - Corte transversal e Detalhe 1.  
FONTE: Adaptado de desenhos cedidos pelo arquiteto Ernani Freire.

A interface entre essa viga composta de aço e concreto e a alvenaria estrutural existente (fig. 5.88) recebe grande parte das cargas do mirante e sua circulação vertical (escada helicoidal), direcionando-as para as paredes laterais do vão central. Dessa forma a parede de alvenaria que se encontra logo abaixo foi protegida. (fig. 5.87 e 5.88).

É interessante perceber que algumas peças de madeira do antigo telhado que desmoronou não foram removidas, embora não tenham mais nenhuma função estrutural. (fig. 5.87).



Figura 5.87 - Detalhes da interface entre a viga composta de aço-concreto e a parede de alvenaria.  
FONTE: Arquivo Pessoal.

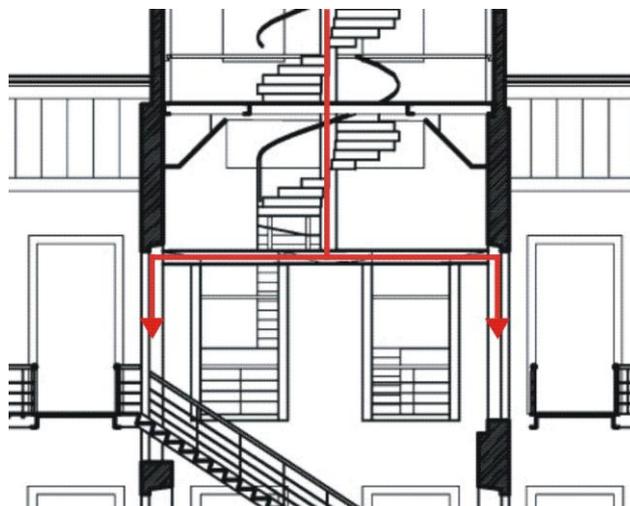


Figura 5.88 - Corte longitudinal parcial: Caminho das cargas no vão central.  
FONTE: Adaptado de desenho cedido pelo arquiteto Ernani Freire.

Essa mesma viga é fixada em suas extremidades através de chapas de aço com parafusos passantes, presos dos dois lados das paredes em que se apóia. A solução aumenta consideravelmente a área de contato entre a viga e a alvenaria o que facilita a

distribuição do carregamento na mesma. Dessa forma, o detalhe da interface permite que a carga teoricamente pontual distribua-se uniformemente por uma considerável extensão (fig. 5.89).

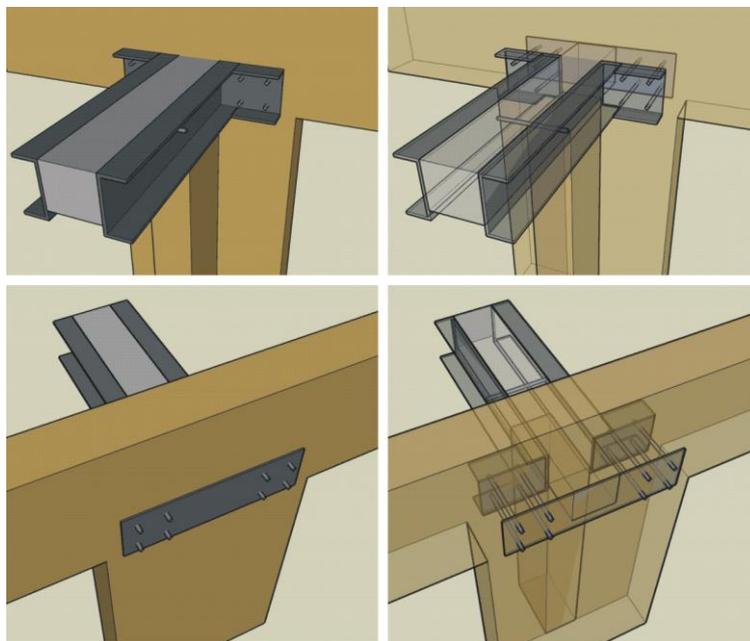


Figura 5.89 - Detalhe esquemático da interface.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Outro detalhe interessante na estrutura proposta e, a grande marca do projeto, é a passarela atirantada do volume de vidro da fachada posterior que possibilita a visibilidade de grande parte da paisagem como citado anteriormente. (fig. 5.90).



Figura 5.90 - Imagens do volume de vidro e passarela suspensa.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Os quatro tirantes que suspendem o patamar distribuem seu peso próprio e sobrecargas em direção às vigas em que estão pendurados (fig. 5.91a e 5.92b) que, por sua vez,

repassam o carregamento às vigas perpendiculares a elas, as quais também recebem o peso da cobertura. Essas vigas distribuem parte das cargas para os pilares externos do volume e parte para a alvenaria do vão central. (fig. 5.92b).

Os pilares direcionam parte do carregamento pontualmente para os cantos da alvenaria do volume e parte para outras vigas nas bases dos panos de vidro. Tais vigas descarregam nas paredes em que se encaixam na extremidade, ou seja, sem facear as paredes externas do volume que avança na fachada. Dessa forma evitou-se que o carregamento passasse pelas vergas de tijolos das aberturas localizadas logo abaixo e que, provavelmente, não suportariam tal carregamento. Além disso, foi utilizado um berço de concreto em uma das arestas do volume que também auxiliou a distribuição das cargas. (fig. 5.92c).

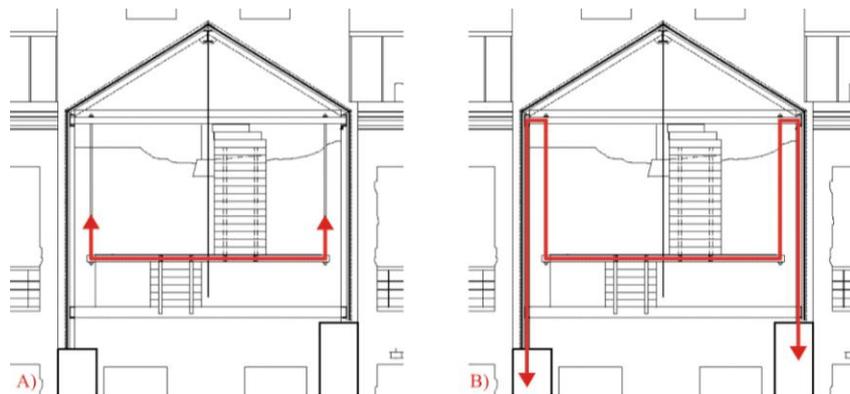


Figura 5.91 - Corte longitudinal parcial: Caminho das cargas no patamar atirantado.  
FONTE: Adaptado de FREIRE (1995).

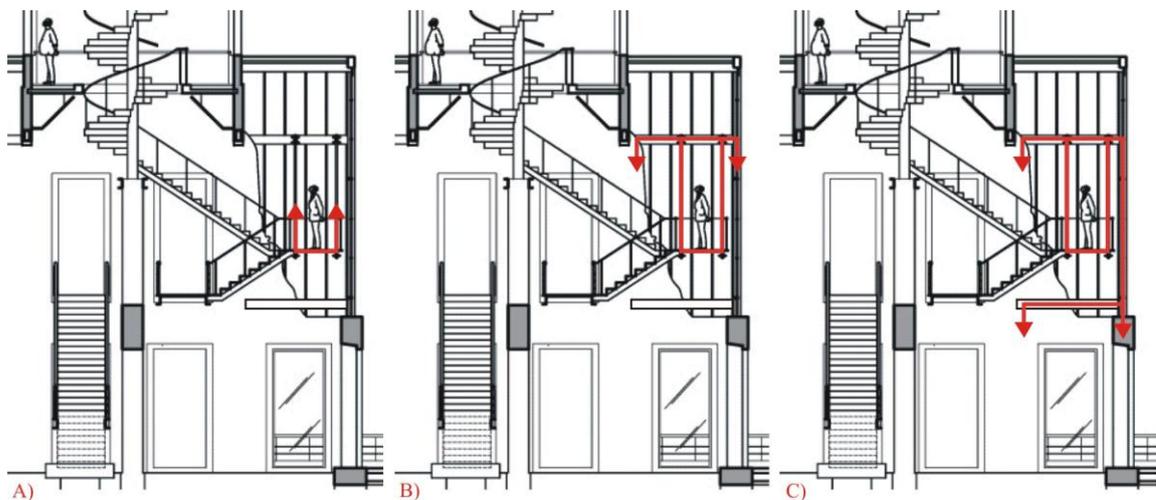


Figura 5.92 - Corte transversal parcial: Caminho das cargas no patamar atirantado.  
FONTE: Adaptado de FREIRE (1995).

## 5.4 CAPELA DE SANTANA DO PÉ DO MORRO

A Capela de Santana do Pé do Morro (fig. 5.93), projeto do arquiteto Éolo Maia, é um estudo de caso da pesquisa em que não existe interface entre estrutura metálica e construção preexistente. Tal peculiaridade torna sua solução ideal já que não há transferência de carregamento para uma estrutura antiga. Além disso, seu projeto foi escolhido para análise devido a sua composição plástica e sua conformidade com as mais recentes teorias do restauro.



Figura 5.93 - Vista da frontal e lateral direita da Capela de Santana do Pé do Morro.  
FONTE: MAIA (1995).

### 5.4.1 HISTÓRICO

Nas proximidades da cidade mineira de Ouro Branco existem diversas fazendas do período colonial, a maioria do século XVIII, cuja importância histórica é inquestionável.

Segundo HOTEL (2008?), histórico disponível no site do atual Hotel Fazenda Pé do Morro, o conjunto de construções que compõe a fazenda começou a ser edificado em meados do século XVIII com o objetivo de abrigar a própria sede que produzia vários gêneros agrícolas além da criação de gado. (fig. 5.94).



Figura 5.94 - Sede da Fazenda Pé do Morro.  
FONTE: HOTEL (2008?).

A Fazenda do Pé do Morro localizada às margens da Estrada Real, que ligava Diamantina ao litoral brasileiro, também hospedava viajantes e contrabandistas de ouro que desciam a serra de Ouro Branco, Minas Gerais (CECÍLIA, 2006). No início do século XIX foi construído um anexo de pau-a-pique para ampliar a função de estalagem, o que originou a atual forma em “L”. (fig. 5.95). Outros edifícios foram sendo construídos no entorno da casa sede para abrigar funções como moinho e forno de barro.

A Fazenda passou por diversos proprietários até que, em 1970, foi adquirida pela siderúrgica Açominas (ex-pertencente ao extinto grupo Siderbrás – Estatal) como parte de seu plano de Desenvolvimento Urbano, por estar em área de influência direta de seu Complexo Siderúrgico. Em 1977 foram solicitados os projetos de reforma e restauração do conjunto aos arquitetos Éolo Maia e Maria Josefina Vasconcellos.

A sede da fazenda se encontrava em estado precário e foi recuperada para servir como Centro de Treinamento de funcionários e também como casa de hóspedes da Siderúrgica.

Já o projeto da nova capela, estudo de caso escolhido para análise, surgiu para que pudesse abrigar seis imagens históricas, de alto valor, sob a responsabilidade da empresa. Segundo CECÍLIA (2006), seu projeto ficou a cargo de Éolo Maia a quem foi demandado o encargo de construção de uma capela em “estilo colonial” aproveitando as ruínas de uma edificação próxima à sede da fazenda. A participação de Jô Vasconcellos foi de grande importância nas discussões que antecederam o projeto e no

convencimento da diretoria da empresa de que o projeto em questão deveria se tratar de uma intervenção contemporânea.

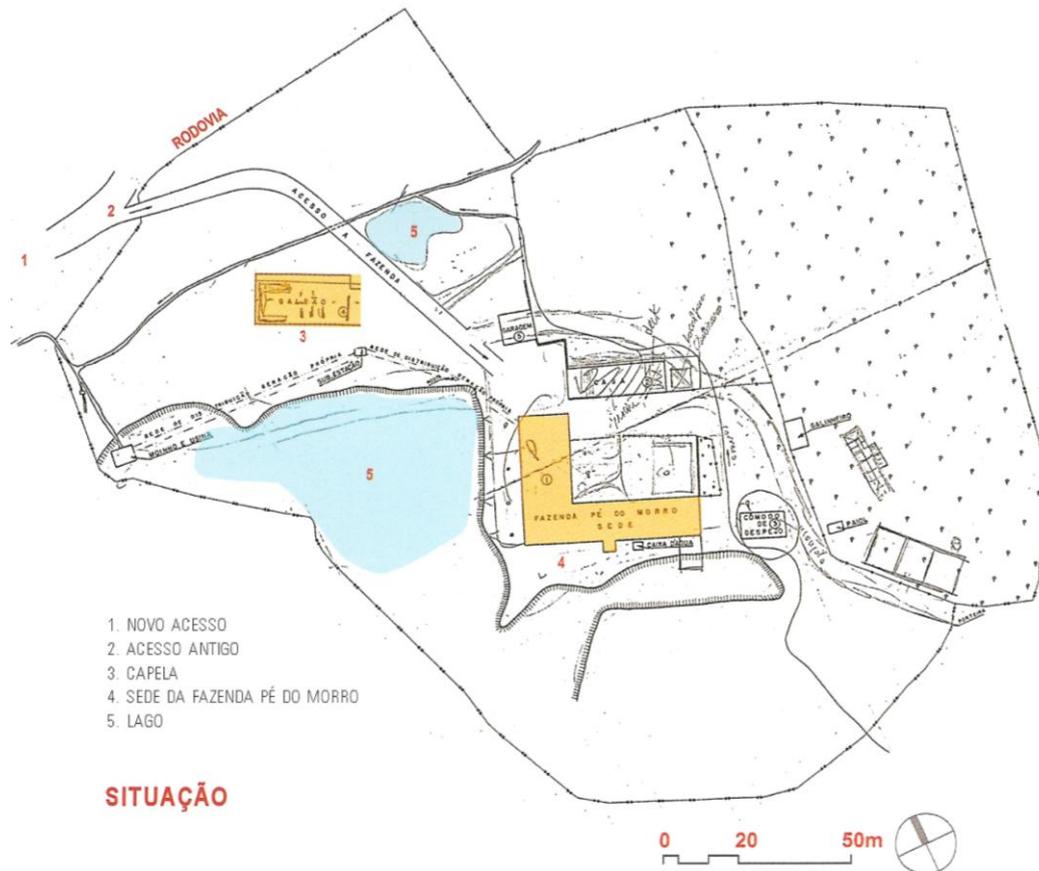


Figura 5.95 - Planta de Situação de todo o conjunto arquitetônico da Fazenda Pé do Morro.  
FONTE: CECÍLIA (2006).

As ruínas que fazem parte da antiga fazenda são datadas do século XVIII e são formadas por três espessas paredes que preservam a técnica edílica da construção de barro e pedra. Apesar de não terem restado muitos elementos da antiga edificação, as três paredes restantes possuem uma importância histórica devido à sua secularidade. Optou-se então por não restaurá-las devido à falta de informações necessárias que permitissem a identificação da construção original. A ambiência das ruínas, agora conservada, possui grande valor cultural, marcando um espaço que já existiu e tornando sua memória viva para as gerações atuais e futuras.

A obra foi finalizada em 1980 (fig. 5.96) e logo o projeto ganhou os prêmios de Restauração de Imóvel Histórico e de Arquitetura de Interior na Quinta Premiação do

IAB/MG, em 1982. Em 2002 a capela foi tombada pelo IEPHA/MG por ser um dos mais significativos exemplares da arquitetura mineira do século XX.

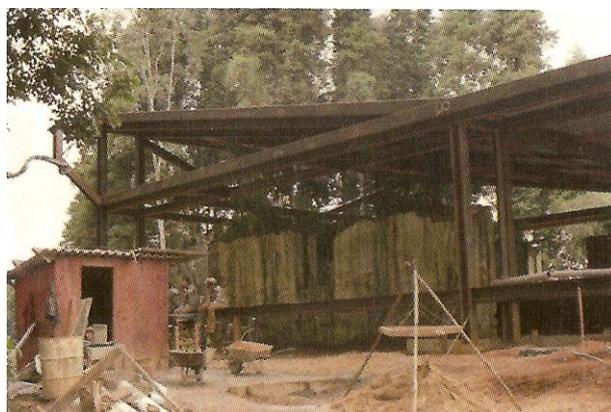


Figura 5.96 - Foto da construção do esqueleto metálico em torno das ruínas.  
FONTE: CECÍLIA (2006).

Depois de desativada pela Açominas a fazenda foi vendida, em 1991, ao Sr. Péricles D'Ávila Bartolomeu. Atualmente a fazenda voltou às suas origens de hospedagem, agora com apelo turístico, e abriga um Hotel Fazenda como os muitos construídos nos arredores de cidades históricas.

#### **5.4.2 O PROJETO DE INTERVENÇÃO**

Os arquitetos fizeram uso de métodos construtivos que possibilitassem o discernimento e a convivência harmônica de momentos históricos distintos tanto na construção da capela quanto na sua relação com os outros edifícios da fazenda e à natureza do sítio (fig. 5.97 e 5.98). Dessa forma, a sobreposição de camadas históricas foi usada como método conceitual, fazendo da intervenção um exemplo contemporâneo de abordagem prática das atuais teorias do restauro. O projeto, apesar de ainda não ser tombado pelo IEPHA-MG na época de sua concepção, corresponde em plenitude às recomendações da Carta de Brasília, principalmente no que se refere à autenticidade, neste caso, não apenas da ruína existente e seu entorno imediato, mas do objeto contemporâneo em si. Pode-se dizer que a construção foi fiel ao seu próprio tempo.



Figura 5.97 - Foto parcial do conjunto arquitetônico da Fazenda Pé do Morro.  
FONTE: MAIA (1995).



Figura 5.98 - Foto da entrada do templo tirada da varanda da casa sede.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Foi possível então,

[...] equilibrar-se o perfil histórico da obra e também evitar a idolatria do passado, o que muitas vezes conduz à errônea idéia de reproduzi-lo no autenticamente falso. [...] As verdades construtivas de cada metodologia e época devem ser bem caracterizadas, pois fazem parte de uma história dinâmica e viva. (HOTEL, 2008?).

A casa sede foi restaurada e manteve sua forma externa original, com a retirada de algumas intervenções mais recentes e descaracterizadoras. Outras interferências paisagísticas foram feitas, como o tratamento do entorno próximo e do pátio da casa sede, com a criação de pomares e a canalização do curso d'água próximo à nova capela. (fig. 5.99).



Figura 5.99 - Interferências paisagísticas como a canalização de curso d'água e o pátio do hotel.  
 FONTE: HOTEL (2008?).

A concisão formal e o rigor construtivo da Capela de Santana revelam uma abordagem criteriosa do problema arquitetônico inicial. Partindo da premissa de preservação das ruínas históricas, o arquiteto trabalhou os dados de projeto de maneira a construir distinções entre as preexistências do sítio e o novo espaço edificado (CECÍLIA, 2006).

A ruína de três paredes foi utilizada como altar mor da capela e envolvida por uma estrutura em aço patinável com vedação em madeira e vidros. “Uma imagem simbólica talvez: o presente protegendo o passado para o surgimento do futuro” (MAIA, 1995).



Figura 5.100 - Vista interna do altar iluminado e vista posterior da capela.  
 FONTE: MAIA (1995).

A ruína fica então em evidência tanto no espaço interior quanto no exterior da edificação. O arquiteto buscou direcionar o olhar do fruidor explorando os fortes contrastes de luz e sombra, e através da inserção de elementos escultóricos e simbólicos no espaço. (fig. 5.100 a 5.102).



Figura 5.101 - Imagens do altar da Capela de Santana, ruína envolvida pela nova edificação.  
 FONTE: Arquivo Pessoal.

O projeto é repleto de simbologias. Segundo os próprios autores do projeto, a utilização do aço patinável na estrutura possibilitou que o volume da capela tivesse a cor da ferrugem ou da própria terra de minério de Minas. Os bancos da capela, bem como os forros de madeira vermelha, representam as bandeirinhas das festas de São João. A pia batismal é uma esfera maciça de pedra sabão, material típico da região. Externamente, ao lado da capela, construiu-se um cruzeiro de aço baseado no desenho do cruzeiro existente na Capela de Padre Faria em Ouro Preto.



Figura 5.102 - Foto tirada de dentro do altar; Detalhe da pia batismal e entrada; Cruzeiro da Capela.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

A simplicidade do programa litúrgico a ser cumprido favoreceu a liberdade de criação e permitiu soluções que enfatizaram a fluidez do espaço interno. Além disso, um aspecto interessante do projeto da Capela e que pode se contrapor a outros estudos de caso da pesquisa é o fato de ser uma intervenção em área rural. Tal peculiaridade pode facilitar o processo de projeto e sua liberdade de intervir, já que aqui não foi necessário seguir

normas municipais e leis de uso e ocupação do solo rígidas como, por exemplo, no conjunto urbano de Ouro Preto, em que, dentro da ZPE (Zona de Proteção Especial), deve-se seguir o padrão arquitetônico da quadra.

O novo e o velho. Sempre tão difícil, aparentemente, de conviverem. Partindo-se de uma identificação mais profunda entre o verdadeiro e o corriqueiro, chega-se à conclusão de que permanece o autêntico. A dimensão tempo cede então lugar à dimensão equilíbrio. (MAIA, 1995).

Em relação ao sistema construtivo adotado, a estrutura influenciou diretamente a forma do espaço, além de favorecer a exposição das qualidades do produto comercializado pela proprietária Açominas (CECÍLIA, 2006). A estrutura metálica, por se tratar de material de construção industrializada, é viabilizada pela modulação e repetição das peças o que acontece no lançamento dos elementos portantes do projeto da capela em questão (fig. 5.103 e 5.104). Foram utilizados perfis de aço patinável conformados a frio que dialogam também com os elementos de fechamento em tons terrosos como a madeira e as pedras do embasamento.

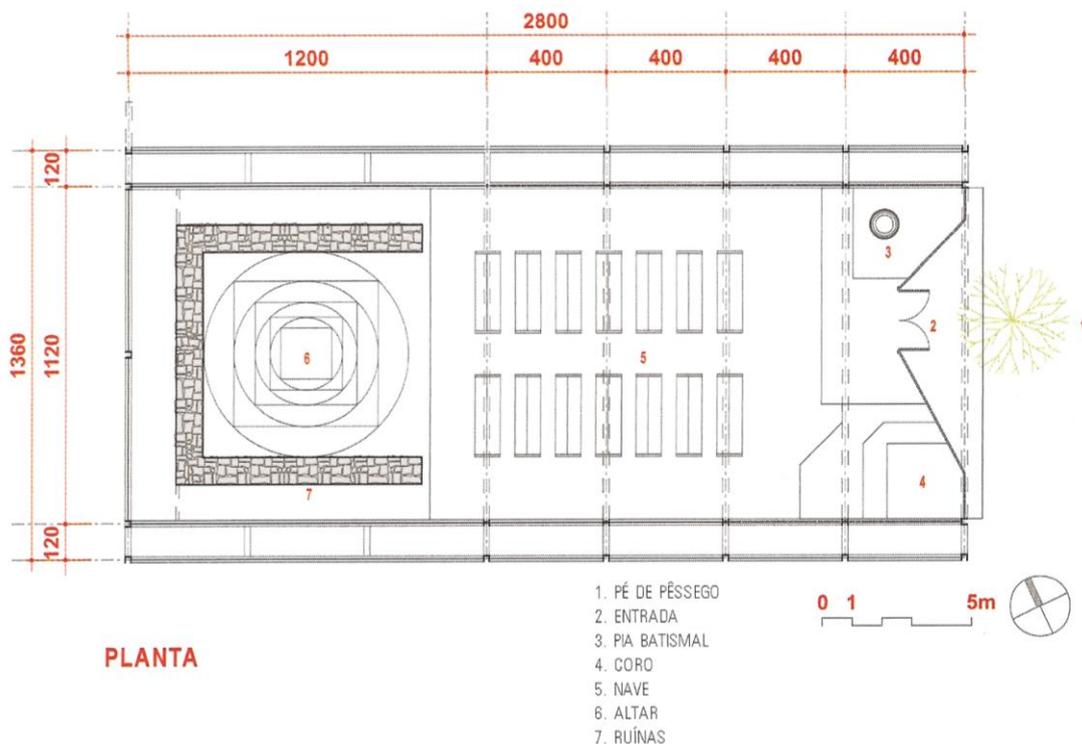


Figura 5.103 - Planta da Capela de Santana do Pé do Morro.  
FONTE: CECÍLIA (2006).

Os perfis metálicos de toda a estrutura são conformados a frio em forma de U que, soldados de frente ou contra o outro, formam perfis caixa ou I respectivamente. Segundo CECÍLIA (2006), a escolha pela soldadura por eletrofusão foi justificada tecnicamente, pois são perfis leves e, dessa forma, o peso próprio e dimensões reduzidas das peças dispensam as ligações aparafusadas, assim como a própria forma fechada de alguns perfis-caixa dificulta essas conexões (fig. 5.104).



Figura 5.104 - Ligação soldada entre vergas no embasamento: perfil I e perfil caixa.  
FONTE: Arquivo pessoal.

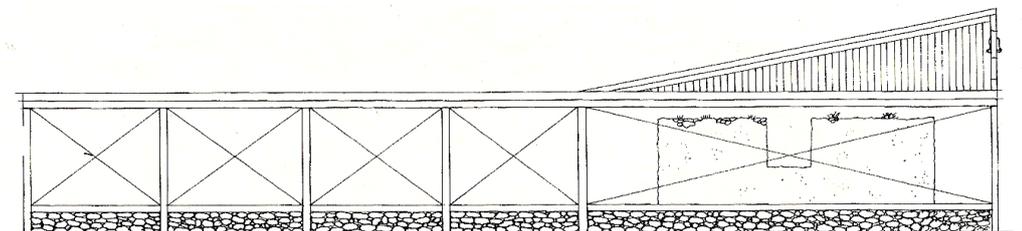


Figura 5.105 - Fachada Lateral Direita.  
FONTE: MAIA (1995).

As diagonais em cabos metálicos não têm função estrutural já que não atuam como contraventamentos, pois as ligações entre vigas, pilares e vergas são inteiramente soldadas, o que as torna engastadas (fig. 5.106). A fixação dos cabos na edificação, sem nenhuma preocupação com o esmagamento ou rasgamento dos perfis, também possibilita essa percepção (fig. 5.106c). Além disso, alguns cabos se encontram “frouxos”, ou seja, sem a devida tração devido à protensão (fig. 5.106d) e outros até arrebitados ou desconectados (fig. 5.106b).



Figura 5.106 - Detalhes: ligações soldadas e cabos de aço.  
 FONTE: Arquivo pessoal.

Dessa forma, pode-se concluir que as diagonais de cabos, nos dois sentidos (longitudinal em X e transversal em N), são de cunho estético, ou seja, podem ser considerados ornamentos contemporâneos.

Também não existe necessidade de duplicação dos pilares nas laterais (CECÍLIA, 2006), mas tal posicionamento favorece o sombreamento do interior da capela que, por ter grande parte de seu fechamento composto de vidros, necessita dessa atenção quanto ao conforto térmico.

As diagonais em perfis-caixa da fachada posterior que podem ser vistos nas figuras 5.107 e 5.108 também não tem justificativa estrutural já que, como toda a estrutura, não possuem ligações rotuladas. Mas pode-se dizer que todos os artifícios compositivos utilizados favorecem a linguagem arquitetônica do aço e seu contraste necessário com a estrutura preexistente.

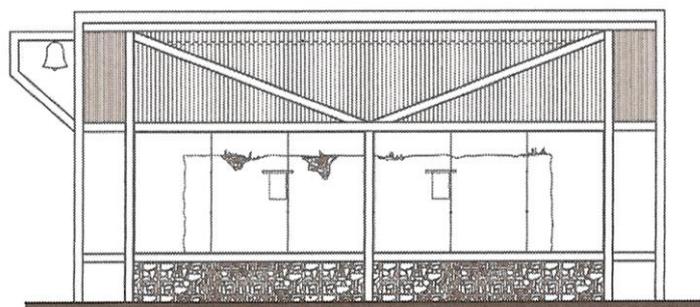


Figura 5.107 - Fachada posterior da Capela de Santana do Pé do Morro.  
FONTE: CECÍLIA (2006)



Figura 5.108 - Vista de fundos e lateral esquerda da capela.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Outros detalhes, relativos à manutenção do edifício também foram percebidos na visita *in loco*. Algumas terças foram inseridas recentemente na estrutura do telhado, nota-se pela cor diferenciada dos perfis (fig. 5.109).



Figura 5.109 - Terças metálicas alaranjadas inseridas na estrutura do telhado.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Entretanto, outros cuidados ainda devem ser tomados pelos proprietários para a garantia de manutenção do bem. O forro, por exemplo, se encontra degradado em alguns locais provavelmente devido à infiltração do telhado (fig. 5.110). Algumas telhas metálicas visíveis abaixo da cobertura principal estão empenadas ou amassadas. Imagina-se que um dos motivos é o acúmulo de poeira que, além de aumentar a sobrecarga e propicia a proliferação de plantas (fig. 5.111). Algumas peças de vidro estão quebrados provavelmente devido ao mau uso e também à dilatação provocada pela absorção de água pela madeira (fig. 5.112). Além disso, o sino já não se encontra mais no suporte sineiro há alguns anos (fig. 5.111a).

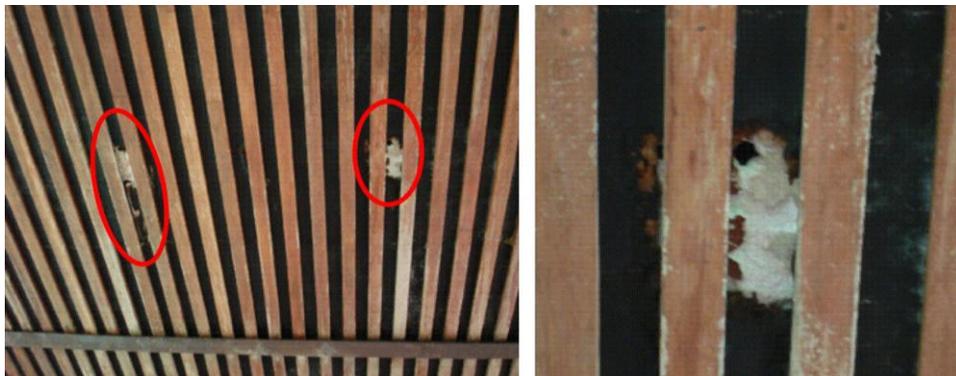


Figura 5.110 - Patologia no forro devido a infiltração  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.111 - Patologias das telhas e ausência do sino.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 5.112 – Patologias – vidros quebrados.  
FONTE: Arquivo pessoal.

### **5.4.3 A AUSÊNCIA DE INTERFACE ESTRUTURAL AÇO-PREEXISTENTE**

Como foi dito anteriormente, a Capela de Santana do Pé do Morro é o único estudo de caso do presente trabalho em que há ausência de interface entre estrutura contemporânea e preexistente. Tal peculiaridade torna sua solução ideal já que não há transferência de carregamento para uma estrutura antiga.

A estrutura pré-existente é totalmente desvinculada da nova estrutura em aço, ou seja, não participa do caminho das cargas que se concentra inteiramente na nova estrutura como pode ser visto nos esquemas das figuras 5.113 e 5.114.

Os pilares transmitem as cargas verticalmente às fundações. As vigas comparecem no sentido transversal sustentando os elementos da cobertura e, no sentido longitudinal, realizando o arremate superior do edifício. As vergas metálicas inferiores auxiliam a fixação dos elementos de vedação e definição do embasamento, além de travar a estrutura no plano horizontal.

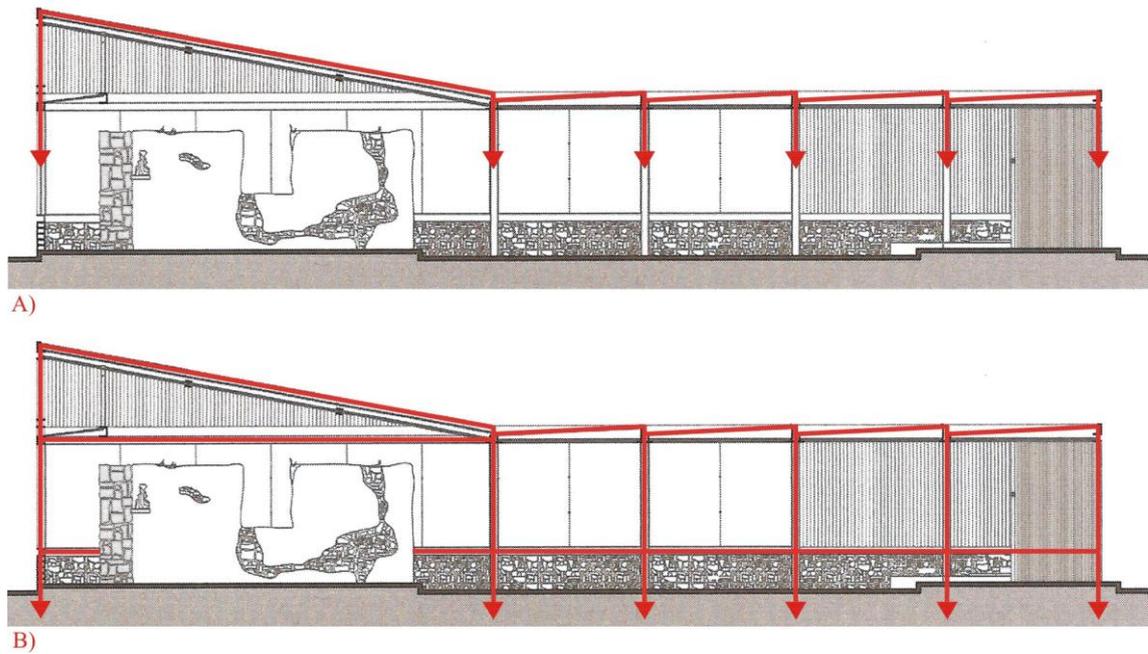


Figura 5.113 - Corte longitudinal: Caminho das cargas.  
 FONTE: Adaptado de CECÍLIA (2006).

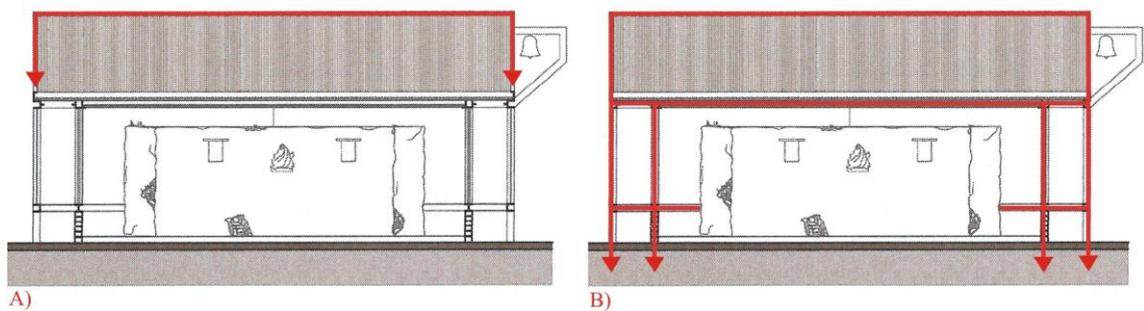


Figura 5.114 - Corte transversal: Caminho das cargas.  
 FONTE: Adaptado de CECÍLIA (2006).

Como dito anteriormente, a estrutura preexistente não foi restaurada, apenas criou-se melhores condições para sua conservação. A estrutura metálica e fechamentos nem sequer faceiam a ruína, são como um invólucro que não apenas a protege das intempéries, mas também a dignifica e exalta sua importância. Pode-se dizer que o projeto de intervenção transformou um espaço em lugar.

Atualmente a sede da fazenda conta com mais um acréscimo. Trata-se de uma área de apoio ao restaurante que também é utilizada para eventos diversos. O projeto dessa cobertura em lona é do arquiteto Ascânio Merrighi e também teve sua estrutura

elaborada em aço patinável e totalmente desvinculada da antiga construção, como pode ser visto nas fotos da figura 5.115.



Figura 5.115 - Área de lazer coberta, o mais recente acréscimo à sede da Fazenda Pé do Morro.  
FONTE: Arquivo pessoal.

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As entrevistas concedidas por arquitetos responsáveis pelos projetos analisados foram cruciais para o entendimento das propostas e para a pesquisa como um todo, já que na bibliografia encontrada não existiam muitos detalhes relacionados à estrutura das edificações.

A insuficiência de informações sobre comportamento estrutural nas referências bibliográficas referentes às intervenções, merece atenção uma vez que não apenas dificulta o estudo e a análise de casos, mas também não permite esclarecimentos de suma importância para eventuais intervenções futuras ou mesmo para melhor planejamento e execução de ações de manutenção bastante comuns em bens de valor histórico e cultural.

Uma metodologia de gestão da qualidade em que existe a modificação e re-adaptação simultânea de todos os projetos relacionados à obra de intervenção em patrimônio edificado ou mesmo, a fabricação de um *as built* após sua conclusão, pode evitar possíveis enganos em avaliações futuras.

A reversibilidade, tão comentada nas mais atuais Cartas de Restauro, é possibilitada através da utilização de estruturas metálicas em projetos de intervenção. No entanto, pode ser dificultada quando se utilizam ligações soldadas ao invés de parafusadas nas interfaces entre estruturas de aço e convencionais ou, até mesmo, entre elementos de aço, o que acontece freqüentemente nos quatro casos analisados. O projeto da Casa Bandeirista pode ser considerado o mais adequado nesse aspecto já que, apesar da dificuldade de estabilização da ruína, utiliza o aparafusamento nas ligações, principalmente em conexões entre perfis de aço e peças de madeira.

A restauração de um bem muitas vezes pode não ser necessária quando existe conservação. Mas o que acontece em alguns casos, como ocorreu no Centro Cultural Parque das Ruínas e na Capela de Santana do Pé do Morro, é o abandono de tais

cuidados logo após a intervenção o que pode gerar problemas como a interdição ao público ou simplesmente a própria desvalorização do bem devido a seu mau estado de conservação. Essa situação poderia ser evitada com a introdução da fase de acompanhamento de uso no processo de projeto de intervenção. O mesmo não ocorreu nos outros dois casos estudados, a Pinacoteca e a Casa Bandeirista, que recebem manutenção periódica.

Outra questão a ser considerada é a interação arquiteto-engenheiro estrutural ressaltada por Paulo Mendes da Rocha na entrevista sobre o projeto da Pinacoteca do Estado de São Paulo e por Ernani Freire na entrevista sobre o projeto do Parque das Ruínas. Tal relação entre os intervenientes do processo de projeto pode resultar em uma boa gestão e, conseqüentemente, em bons resultados em obras tão específicas como as de intervenção em construções preexistentes.

A consciência do valor do bem por todos os profissionais relacionados à intervenção é de extrema importância e está diretamente relacionada com o sucesso do empreendimento. Mas uma consideração interessante é que tal valorização pode ser também um facilitador da interdisciplinaridade nesse tipo específico de projeto. Dessa forma, a interação arquiteto-engenheiro, as especialidades e até os trabalhadores da obra é facilitada, já que existe um consenso, ou seja, a importância do projeto a ser executado.

É interessante perceber como tal valorização é mais perceptível em profissionais estrangeiros como, por exemplo, na Europa, continente em que, não coincidentemente, localizam-se todas as referências de projetos de intervenção bem sucedidos abordadas no capítulo quatro.

Esta percepção gera outra que se refere à necessidade de ações de educação patrimonial mais efetivas no Brasil. Em cidades ditas históricas, a situação é ainda mais emergencial, pois a valorização deturpada dos artefatos e dos métodos de intervenção pode, inclusive, aumentar a frequência do pastiche. O falso histórico é desaconselhado pela Carta de Brasília, porém é freqüente em cidades tombadas como Ouro Preto, o que

pode denegrir a imagem e autenticidade do patrimônio arquitetônico e urbanístico brasileiro.

Em relação à revisão bibliográfica de interfaces entre estruturas metálicas e convencionais tratadas no capítulo três, pode-se perceber que, em sua maioria, é relacionada a ligações aço-concreto. Tal fato sugere a dificuldade de se encontrar soluções para esse tipo de conexão entre o aço e estruturas mais frágeis como as de alvenaria, taipa de pilão ou pau-a-pique, que são mais comuns em bens patrimoniais.

Finalmente, o presente trabalho permite constatar que as análises de estudos de caso, em geral, podem apresentar grande dificuldade de obtenção de informações por parte de alguns órgãos de proteção ou por parte de profissionais relacionados aos projetos. A falta de acesso a esse tipo de informação sobre algumas obras potencialmente interessantes acarretou maior tempo de pesquisa do que o previsto, pois vários estudos de caso foram iniciados, mas grande parte não pôde ser contemplada no resultado final.

## **6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Estudos quantitativos do comportamento das interfaces estudadas com auxílio de softwares de cálculo estrutural.

Estudo de intervenções metálicas em edificações modernistas de valor histórico e cultural e análise de interfaces aço-concreto.

Estudo fenomenológico do contraste entre a arquitetura antiga e contemporânea em cidades ditas históricas.

Estudo aprofundado sobre as diferentes interpretações das teorias do restauro em cada região do Brasil e sua influência sobre as normas e legislação locais de preservação do patrimônio edificado.

Estudo qualitativo e quantitativo com o objetivo de comparar a gestão do processo de projeto de intervenção em diferentes regiões do Brasil.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

30 ST NARY AXE (2007). Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/30\\_St\\_Mary\\_Axe](http://en.wikipedia.org/wiki/30_St_Mary_Axe)>. Acesso em: 15 out. 2007.

AÇOMINAS / GRUPO SIDERBRÁS (1989). **Princípios de Projeto de Estruturas em Aço para Estudantes de Arquitetura**, Coletânea Técnica do Uso do Aço, vol.6, 157p, Belo Horizonte.

ADRIÃO, J. e CARVALHO, R. (2008). **Lançado o novo número da JA - Jornal dos Arquitectos, publicação trimestral da Ordem dos Arquitectos de Portugal**. Disponível em: <[http://www.vitruvius.com.br/noticia/noticia\\_detalhe.asp?ID=1640](http://www.vitruvius.com.br/noticia/noticia_detalhe.asp?ID=1640)>. Acesso em: 22 fev. 2008.

ARAÚJO, D.P. (2005). **O Pensamento de Camilo Boito**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha125.asp>>. Acesso em: 15 set. 2009.

ARAUJO, M.M.; CAMARGOS, M. (2008). **Pinacoteca do Estado – A História de um Museu**, Prêmio, 33 p., São Paulo.

ARUCA, L. (2000). **O centro histórico de São Paulo**. Disponível em: <[http://www.vitruvius.com.br/drops/drops08\\_02.asp](http://www.vitruvius.com.br/drops/drops08_02.asp)>. Acesso em: 21 fev. 2008.

BELLEI, I.H. (2006). **Interfaces Aço-concreto**, IBS/CBCA, 93p, Rio de Janeiro.

BERLIN – POTSDAMER PLATZ CONSTRUCTION (1998). Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/39797037@N00/394025740>>. Acesso em: 22 out. 2009.

BORGES, M. L. (2001). **Recuperação estrutural de edificações históricas utilizando perfis formados a frio**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, 119p, São Carlos.

BRANDI, C. (2005). **Teoria da Restauração**, Ateliê Editorial, 261p, Cotia.

CAIADO, K.F.C. (2005). **Estudo e Concepção de Edifícios em Módulos Pré-fabricados Estruturados em Aço**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

CAMPOS, L.E.T. *at al* (2006). **Utilização de estruturas de aço na reabilitação do edifício do Tribunal Regional do Trabalho do Rio de Janeiro**. Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, São Paulo.

CARRANZA, E.G.R. (2008?). **O Quartinho de Empregada e a Tradição**. 5% arquitetura + arte. Disponível em: <<http://www.arquitetonica.com/quartinho.htm>>. Acesso em: 24 jul. 2008.

CBCA (2007). **Arquitetura em Aço. Retrofit e Outras Intervenções**. Publicação do Centro Brasileiro de Construção em Aço, nº 11.

CECÍLIA, B.S. (2006). **Éolo Maia: Complexidade e Contradição na Arquitetura Brasileira**, Editora UFMG, 207p, Belo Horizonte.

CHING, F.D.K.; Trad. Julio Fischer (2000). **Dicionário Visual de Arquitetura**, Martins Fontes, São Paulo.

CHOAY, F. (2006). **A Alegoria do Patrimônio**. UNESP, 282 p., São Paulo.

COSTA, R.X. (2004). **O uso de perfis tubulares metálicos em estruturas de edifícios e sua interface com o sistema de fechamento vertical externo**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 162p, Ouro Preto.

CSEPCSÉNYI, A.C; SALGADO, M.S; RIBEIRO, R.T.M. (2006). **Análise do Processo de Projetos de Restauração sob a Ótica da Gestão da Qualidade**. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis.

CUNHA, C.R. (2004). **A atualidade do pensamento de Cesare Brandi**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha098.asp>>. Acesso em: 15 set. 2009.

\_\_\_\_\_. (2007). **Restauração: Método e Projeto**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha175.asp>>. Acesso em: 22 set. 2009.

FRANÇA, K.D.L. (2007). **Estudo de reforços de elementos estruturais de madeira com estrutura metálica, em edificações antigas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 214p, Ouro Preto.

FRANCO, L.E.C.M. (1998). **Monografia do curso de Especialização em Conservação e Restauração de Sítios Históricos**. Universidade Federal da Bahia.

FREIRE, E; LOPES, S. (1995). **Projeto Arquitetônico. Parque das Ruínas/ Anexo do Museu da Chácara do Céu**. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro e IPHAN, Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1996). **Projeto Parque das Ruínas: anexo do museu da Chácara do Céu**. AP Revista de Arquitetura, n.4, p. 36-41, mar./abr. 1996, Belo Horizonte.

\_\_\_\_\_. (1997a). **Histórico. Parque das Ruínas: Anexo do Museu da Chácara do Céu**. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro e IPHAN, Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (1997b). **Memorial Descritivo. Parque das Ruínas: Anexo do Museu da Chácara do Céu**. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro e IPHAN, Rio de Janeiro.

GARCIA, A.B. (2006). **Revitalizar o centro: uma proposta de habitação social na região central de Belo Horizonte a partir de sistemas construtivos industrializados**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 345p, Ouro Preto.

GIMENEZ, L.E. (2000). **Autenticidade e Rudimento. Paulo Mendes da Rocha e as intervenções em edifícios existentes**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arc000/esp001.asp>>. Acesso em: 07 set. 2007.

GREATBUILDINGS (2008?). **Photo, Looking from east corner · Pyramide du Louvre. Paris, France**. Disponível em: <[http://www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbi.cgi/Pyramide\\_du\\_Louvre.html/cid\\_aj1770\\_b.html](http://www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbi.cgi/Pyramide_du_Louvre.html/cid_aj1770_b.html)>. Acesso em: 20 abr. 2008.

HOTEL Fazenda Pé do Morro (2008?). Disponível em: <<http://www.hotelfazendapedomorro.com.br/>>. Acesso em: 22 jul. 2008.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. (1931-2003). **Cartas Patrimoniais**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=12372&sigla=Legislacao&retorno=paginaLegislacao>>. Acesso em: 06 mai. 2008.

INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DE MINAS GERAIS - IEPHA-MG (1997). **Relatório de restauração de alvenarias da Casa Sede da Fazenda São José do Manso, Ouro Preto**, elaborada por Consultare, Belo Horizonte.

\_\_\_\_\_. (1998a). **Arquitetura interior – Projeto executivo. Centro de Interpretação do Parque do Itacolomi** – Fazenda São José do Manso, elaborada pelos arquitetos Carlos Alberto Maciel, Danilo Matoso, Flávio Carsalade e Paulo Lopes, Belo Horizonte.

\_\_\_\_\_. **Processo de Tombamento da Fazenda São José do Manso**. Belo Horizonte, M.G.: IEPHA / MG.

\_\_\_\_\_. (1998b). **Projeto estrutura metálica**. Casa Sede da Fazenda São José do Manso, Ouro Preto, elaborada por Pro-Aço, Belo Horizonte.

\_\_\_\_\_. (1998c). **Relatório estrutura**. Casa Sede da Fazenda São José do Manso, Ouro Preto, elaborada por BEDÊ Consultoria e Projetos, Belo Horizonte.

\_\_\_\_\_. (1998d). **Relatório final da obra de restauração** da Fazenda São José do Manso / Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Belo Horizonte.

LEMOS, C.A.C. (2006). **O que é Patrimônio Histórico**. Série Primeiros Passos, Brasiliense, 51 p., São Paulo.

LLOYD, A.L.L. (2006). **O Uso do Aço em Intervenções em Edificações Históricas: Interfaces da Arquitetura e da Estrutura**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 210p, Ouro Preto.

LOPES, J.M.; BOGÉA, M. e REBELLO, Y (2006). **Arquiteturas da Engenharia ou Engenharias da Arquitetura**, Mandarim, 176 p., São Paulo.

LUSO, E.; LOURENÇO, P.B.; ALMEIDA, M. (2004). **Breve história da teoria da conservação e do restauro**. Revista do Centro de Engenharia Civil, Universidade do Minho, n.20, 31-44, Minho, Portugal.

MAIA, É; VASCONCELLOS, M.J. (1995). **Éolo Maia & Jô Vasconcellos: Arquitetos**, Salamandra, 159 p., Rio de Janeiro.

MARIA, Labybe. (2003?). **Ouro Preto perde mais uma relíquia arquitetônica**. Disponível em: <<http://www.ouopreto-ourtoworld.jor.br/FogoPilao.htm>>. Acesso em 19 out. 2009.

MARIORDO (2007). **Panorama outside Le Louvre Museum, Paris**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Museo\\_de\\_Louvre\\_Full\\_Panorama.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Museo_de_Louvre_Full_Panorama.jpg)>. Acesso em: 20 abr.2008.

MASCARENHAS, A.; DIAS, P.M.G. (2008). **Obras de Conservação**. Cadernos de Ofícios, FAOP, vol. 7, 80 p., Ouro Preto.

MELI, R; SÁNCHEZ-RAMÍREZ, R. (2007). **Criteria and Experiences on Structural Rehabilitation of Stone Masonry Buildings in Mexico City**. International Journal of Architectural Heritage, 1:1, 3 - 28, London.

MÜLLER, F. (2000). **Velha-nova Pinacoteca: de espaço a lugar**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arc000/esp038.asp>>. Acesso em: 30 jul. 2007.

NATAL, C.M. (2007). **Ouro Preto: A construção de uma cidade histórica, 1891-1933**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 239 p., Campinas.

OLIVEIRA, R.P.D. (2008). **O pensamento de John Ruskin**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha192.asp>>. Acesso em: 29 fev. 2008.

\_\_\_\_\_. (2009b). **O equilíbrio em Camilo Boito**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha230.asp>>. Acesso em: 20 fev. 2009.

PIANO, R. (sd). **Arquitecturas Sostenibles**. Gustavo Gilly. Arquivo pdf, 63p.

PINACOTECA - Museu de São Paulo de Arte Contemporânea (2008?). Disponível em: <<http://www.pinacoteca.org.br>>. Acesso em: 22 nov. 2009.

REBELLO, Y.C.P. (2003). **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**, Zigurate Editora, 271 p., São Paulo.

REBELLO, Y.C.P. (2007). **Bases Para Projeto Estrutural na Arquitetura**, Zigurate Editora, 287 p., São Paulo.

RIBEIRO, C.R.V. (2003). **A Dimensão Simbólica da Arquitetura: Parâmetros Intangíveis do Espaço Concreto**, FUMEC-FACE: com arte, 109 p., Belo Horizonte.

ROCHA, P.M. (2006). **Paulo Mendes da Rocha. Projetos 1957-1999**. Cosac Naify, 240 p., São Paulo.

RODRIGUES (2007). **Parque das Ruínas**. Disponível em: <<http://www.panoramio.com/photo/5002623>>. Acesso em: 03 fev. 2009.

RUSSO, F. (2000). **Great Court de Norman Foster. A praça envidraçada**. Disponível em: <[http://www.vitruvius.com.br/drops/drops02\\_07.asp](http://www.vitruvius.com.br/drops/drops02_07.asp)>. Acesso em: 21 fev. 2008.

SANTOS, A.O.A. (1996). **Lei Complementar nº 01/1996**. Disponível em: <<http://www.cmop.mg.gov.br/legislacao/planodiretor.php>>. Acesso em: 04 ago. 2008.

\_\_\_\_\_. (2006). **Lei Complementar nº 30 de 28 de Dezembro de 2006**. Disponível em: <<http://www.cmop.mg.gov.br/projeto/images/leis/puosolo.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2008.

SCHLAICH, J.; BERGERMANN, R; SOBEK, W. (1994). **The air-inflated roof over the roman amphitheatre at Nîmes**. Structural Engineering Review, v.6, n.3-4, p. 203-214, Oxford.

SCI - THE STEEL CONSTRUCTION INSTITUTE (1996). **Connections Between Steel And Other Materials - Interfaces**, 102p, ISBN 1 85942 004 4.

SOLAR que fez história no Rio vira cabeça-de-porco. (1986). **Jornal do Brasil**, Coluna Cidade, p. 8., 27 mai. 1986, Rio de Janeiro.

SONY CENTER, BERLIN (2009?). Disponível em: <<http://www.sonycenter.de>>. Acesso em: 15 mai. 2009.

SONY CENTER, BERLIN (2009?). 7 of 84, P1000538. Disponível em: <<http://www.sonycenterberlin.com/P1000538.html>>. Acesso em: 8 mai. 2009

SOUZA, L.A.L. (2009). **Wiederaufbau: A Alemanha e o Sentido da Reconstrução. Parte 1: A formação de uma nação alemã**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp518.asp>>. Acesso em: 18 set. 2009.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. (1998). **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**, Pini, 255 p., São Paulo.

TEOBALDO, I.N.C. (2004). **Estudo do aço como objeto de reforço estrutural em edificações antigas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, 137p, Belo Horizonte.

THE CRISTAL PALACE. (2007?). Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A1cio\\_de\\_Cristal\\_\(Londres\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A1cio_de_Cristal_(Londres))>. Acesso em: 15 jan. 2010.

TRENTIN, P. (2005). **O patrimônio cultural edificado e sua gestão. A preservação e conservação do patrimônio histórico na cidade moderna.** Disponível em: <[http://www.vitruvius.com.br/drops/drops12\\_05.asp](http://www.vitruvius.com.br/drops/drops12_05.asp)>. Acesso em: 21 fev. 2008.

USP. (2006). **Estruturas: conceitos fundamentais e histórico.** Disponível em: <<http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/estruturas/index.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

VIRTUAL-BERLIN. (2009?). Disponível em: <[http://www.virtual-berlin.de/imperia/md/images/3d/luftbild\\_potspla.jpg](http://www.virtual-berlin.de/imperia/md/images/3d/luftbild_potspla.jpg)>. Acesso em: 19 out. 2009.

## 7.1 BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ARAÚJO, E.C. **Elementos de Aço I** [Apostila do curso de mestrado em Construção Metálica – DECIV – UFOP], Ouro Preto.

BERNADOU, M. **Catedral Casa da Benção: Projeto do Arq. Renato Matos Bittencourt, Brasília – DF.** Disponível em: <[http://www.metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_pag=924](http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=924)>. Acesso em: 06 fev. 2006.

CALVINO, I. (1990). **As Cidades Invisíveis.** Companhia das Letras, 150p, São Paulo.

CARSALADE, F.L. (2001). **Arquitetura: Interfaces.** AP Cultural, 116 p., Belo Horizonte.

CBCA (2006?). **A plástica do aço no passado e no presente: Estação das Docas de Belém / PA.** Projeto e Design - Edição 3. Disponível em: <[http://www.cbca-ibs.org.br/arquitetura\\_03.asp](http://www.cbca-ibs.org.br/arquitetura_03.asp)>. Acesso em: 30 jan. 2006.

CLARET, A.M.C.G. (2006). **Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos.** IPHAN / Monumenta, cadernos técnicos 5, 104p, Brasília.

COMAS, C.E. (2002). **Casa do Arcebispo de Mariana, projeto de Éolo Maia, Jô Vasconcellos e Sylvio de Podestá.** Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp151.asp>>. Acesso em: 1 fev. 2008.

CUADRA, M. (2005). **Em paz com o passado: Semidestruída na segunda guerra, a Academia de Artes de Berlim ganha um novo prédio, discreto, mas emocionante, no próprio terreno que ocupava.** Arquitetura & Urbanismo, nº 141, p. 44-53, São Paulo.

DIAS, L.A.M. (2002). **Estruturas de Aço – Conceitos, Técnicas e Linguagem,** Editora Zigurate, 196p, São Paulo.

- ENGEL, H. (1978). **Sistemas de Estructuras**, H. Blume Ediciones, 272p, Madrid.
- FABIANO JÚNIOR, A.A. (2007). **Museu: um olhar sobre o espaço público, o espaço arte, o espaço arquitetura**. Revista CPC, n.4, p.7-22, São Paulo.
- FREIRE, E; LOPES, S. (2000). **Ghostly Elegance**. The Architectural Review, v.CCVII, n. 1239, p. 70-72, London.
- GOMIDE, J.H.; SILVA, P.R., BRAGA, S.M.N. (2005). **Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural**. Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, Cadernos Técnicos 1, 76 p., Brasília.
- KRÜGER, P.G.V. (2000). **Análise de Painéis de Vedação nas Edificações em Estrutura Metálica**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 111p, Ouro Preto.
- LANGENBACH, R. (2008). *From “Opus Craticium” to the “Chicago Frame”:* **Earthquake-Resistant traditional Construction**, International Journal of Architectural Heritage, 1:1, 29 – 59, London.
- LEMONS, C.B. et al (2000). **Gustavo Penna – Arquiteto**, Celacanto, 204p, Belo Horizonte.
- MASSAD, F.; YEST, A.G. (2006). **Daniel Libeskind: “minha obra fala de vida a partir da catástrofe”**. Disponível em: <[http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq070/arq070\\_00.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq070/arq070_00.asp)>. Acesso em: 07 ago. 2007.
- MONUMENTA (2005). **Cadernos de Encargos**. Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, Cadernos Técnicos 2, 420 p., Brasília.
- NASCIMENTO, F.B. (2007). **Habitação como patrimônio: a preservação dos conjuntos residenciais modernos**. Revista CPC, n.4, p.23-39, São Paulo.
- OLIVEIRA, R.P.D. (2009a). **O idealismo de Viollet-Le-Duc**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/resenhas/textos/resenha234.asp>>. Acesso em: 15 set. 2009.
- PINHO, M.O. (2005). **Transporte e Montagem**, 144p, IBS/CBCA, 114 p., Rio de Janeiro.
- REIS, M.V.M. (1996). **Uma Proposta de Padronização de Telhados Coloniais em Estruturas Metálicas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 266p, Ouro Preto.
- SALVO, S.; Trad. Beatriz Mugayar Kühl. (2007). **Restauro e "restauros" das obras arquitetônicas do século 20: intervenções em arranha-céus em confronto**. Revista CPC, n.4, p.139-157, São Paulo.
- SCHULER, D.; FEIBER, S.D. **Teorias da Restauração/Teorias do Restauro**. Curso de Arquitetura e Urbanismo, Técnicas Retrospectivas, FAG, Cascavel. Disponível em:

<<http://www.fag.edu.br/professores/deniseschuler/1%BA%20SEM%202008/TER/texto%20teorias%20restauero.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2008.

VASCONCELLOS, S. (1979). **Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos**. UFMG, 186 p., Belo Horizonte.

WILHEIM, J. (2007). **Em defesa do projeto**. Disponível em: <[http://www.vitruvius.com.br/drops/drops18\\_04.asp](http://www.vitruvius.com.br/drops/drops18_04.asp)>. Acesso em: 21 fev. 2008.

ZANETTINI ARQUITETURA LTDA (1995?). **Desenhos do projeto do Atrium do Hospital Albert Einstein**. São Paulo.

ZANETTINI, Z. (2002). **Arquitetura, Razão e Sensibilidade**. Editora da USP, São Paulo.