

DANIEL CALIARI POLLARA

**PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES COMPLEXAS:
ESTUDOS DE CASO (AS FASES INICIAIS)**

São Paulo
2017

DANIEL CALIARI POLLARA

**PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES COMPLEXAS:
ESTUDOS DE CASO (AS FASES INICIAIS)**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Especialista em Gestão de Projetos na
Construção

Orientador:
Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado

São Paulo
2017

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador Prof. Silvio Melhado, pela dedicação durante esses três últimos anos, com sua vontade contagiante de ver o crescimento de seus alunos, e pelos nossos longos e produtivos almoços.

Aos meus colegas do GPC, com quem aprendi muito.

Aos meus professores do GPC e meus professores da graduação na FAU USP.

Aos amigos e professores Marcelo Romero, Gil Garcia de Barros, Fábio Mosaner, Cícero Ferraz Cruz, talentosos pesquisadores e generosos colaboradores.

À Natasha Tamm e Carla Schiavetto, por toda a ajuda e colaboração.

Aos colegas com os quais trabalhei nas equipes dos projetos para o Rio Guggenheim Museum e para o Museu do Futebol de São Paulo.

À minha família, meus pais, minha irmã, minha mulher e filhas, que sempre me inspiraram e por seu apoio logístico durante os anos de GPC e produção deste trabalho.

Figura 1 – Maquete de apresentação do Rio Guggenheim *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figuras 2 e 3 – Imagens da Fachada e Galeria do Museu do Futebol no Estádio do Pacaembu e Praça Charles Miller



Fonte: Fotos de divulgação da Obra Concluída, MMA (2008)

RESUMO

Edifícios especiais e complexos, como são as edificações que abrigam museus, hospitais, auditórios e equipamentos esportivos, têm importância essencial na qualidade urbana e nos serviços públicos, e agem como indutores de evolução social, gerando identificação, orgulho, inspiração e confiança. Seu processo de concepção, projeto e construção é diferente dos padrões estabelecidos pelo mercado imobiliário residencial e corporativo, e pouco explorado pelas empresas projetistas e pela produção acadêmica. O objetivo deste trabalho é realizar, através dos estudos de caso e pesquisa bibliográfica, uma análise crítica das etapas iniciais de projetos de alta complexidade, sua coordenação e gestão, de modo a propor formas de otimizar a eficácia do processo de projeto que possam ser aplicadas em novos empreendimentos. Para tanto, foi realizado o estudo de caso de dois empreendimentos culturais de grande porte, impacto urbano e visibilidade social, financiados pelo poder público em parceria com empresas privadas: o Museu Guggenheim Rio e o Museu do Futebol do Estádio do Pacaembu em São Paulo, que reúnem características de projetos complexos e problemas “selvagens”, como a participação de inúmeros agentes nacionais e internacionais: empresas projetistas e construtoras, fundações, órgãos públicos; impacto em edifícios e espaços e equipamentos urbanos tombados pelo patrimônio, características específicas únicas sem a referência de um padrão a ser seguido, soluções de projeto fora dos padrões convencionais do mercado da construção e da industrialização dos componentes, diversos *stakeholders* e alta probabilidade de alteração de escopo no período de desenvolvimento dos projetos. Foram obtidas as seguintes conclusões: a necessidade do uso de recursos da Tecnologia de Informação, tais como *softwares* de simulação em tempo real e modelos dos edifícios baseados em processos BIM; o investimento no desenvolvimento de um Programa de Necessidades mais abrangente; o uso de modelo alternativo de desenvolvimento dos projetos no inter-relacionamento da equipe de projetistas que funcione, desde a sua fase inicial, no formato de consultorias, com a entrega de produtos mais livres; e a capacitação do profissional coordenador de projetos complexos.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Processo de projeto. Problemas “selvagens”. Construção civil.

ABSTRACT

Special and complex buildings, such as those that house museums, hospitals, auditoriums and sports equipment, are of essential importance in terms of urban quality and public services, functioning as engines of social evolution and creating identification, pride, inspiration and confidence. The standards used in the process of conceiving, designing and building them differ from those established by the residential and corporate real estate market and have not been widely explored by design firms and by academia. The goal here is to use case studies and bibliographic research to perform a critical analysis of the initial stages of highly complex projects, their coordination and management, in order to propose ways to optimize the efficacy of the project's process that may be applied to new projects. To do this, a case study was carried out of two large-scale cultural projects with significant urban impact and social visibility, financed by the government in partnership with private companies: the Rio Guggenheim Museum and the Football Museum at Pacaembu Stadium in São Paulo. Both are characteristic of complex projects with "wicked" problems, such as the participation of countless national and international agents: designers and builders, foundations, public agencies; impact on existing buildings and spaces and on urban equipment whose heritage status gives it special protections, design solutions that are unconventional within the construction market and industrialization of components, various stakeholders and a high likelihood for a change in scope during the project development period. Conclusions reached include: a need to use Information Technology resources, such as real-time simulation software and building models based on BIM processes; investment in development of more wide-ranging Programming; use of an alternative Model for developing projects within the relationship between the design team that, starting with the initial phase, operates in a consultative format, with delivery of less restricted products; and professional qualification of the complex project manager.

Keywords: Project management. Design process. "Wicked" problems. Civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Maquete de apresentação do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	
Figuras 2 e 3 – Imagens da Fachada e Galeria do Museu do Futebol no Estádio do Pacaembu e Praça Charles Miller	
Figura 4 – Brasil: Índice De Urbanização Por Região 1940/ 2000... ..	3
Figura 5 – Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto.....	12
Figura 6 – O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.....	12
Figura 7 – O processo de projeto segundo Moggridge (2007).	16
Figura 8 – O processo de projeto apresentado por Munari (2008).....	16
Figura 9 – Alternância entre as atividades	17
Figura 10 – RGM: Esquema do Organograma e Fluxograma do Programa de Necessidades do Museu.....	23
Figuras 11 e 12 – Imagens da Fachada e Galeria do Museu do Futebol no Estádio do Pacaembu e Praça Charles Miller	41
Figuras 13 e 14 – Imagens da Passarela de madeira suspensa atirantada.....	42
Figuras 15 e 16 – Imagens da Sala da Exaltação sob as estruturas originais da arquibancada do Estádio e Auditório do Museu	43
Figuras 17 e 18 – Imagens dos ambientes museográficos com iluminação e acústica controladas, projeções e instalações aparentes	44
Figuras 19 e 20 – Perspectivas das Passarelas de estrutura de madeira suspensas atirantadas e do <i>Hall</i> de Entrada do Museu do Futebol	45
Figura 21 – Gráfico com cortes da configuração original do Estádio e áreas objeto do levantamento cadastral para implantação do Museu.....	48
Figuras 22 e 23 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação das Escadas Rolantes	49
Figura 24 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Ajuste da Passarela.....	50
Figuras 25 e 26 – MF: Gráfico com elevações frontal e posterior do Estádio indicando setorização dos critérios de intervenção estabelecidos pelos órgãos do patrimônio.....	54
Figuras 27 e 28 – Perspectivas da Galeria do Museu do Futebol na Fachada do Estádio e Praça Charles Miller	55

Figuras 29 e 30 – Perspectivas da Galeria do Museu do Futebol e <i>Hall</i> de Entrada, com Passarelas de estrutura de madeira suspensas atirantadas.....	56
Figura 31 – MF: Perspectiva do conjunto de áreas ocupadas pelo Museu demonstrando os quatro pavimentos do ponto de vista posterior, através da arquibancada do Estádio.....	57
Figuras 32 e 33 – Maquete do Museu do Futebol e Estádio do Pacaembu.....	58
Figura 34 – Gráfico com plantas do projeto do Museu indicando a solução final para as rotas de fuga aprovada pelo Corpo de Bombeiros	61
Figura 35 – MF: Gráfico com planta e elevações do projeto do Museu indicando a solução final para as rotas de fuga aprovada pelo Corpo de Bombeiros	62
Figuras 36 e 37 – Imagens da 2ª Fase de Obras–Montagem dos dutos do Sistema de Climatização	63
Figura 38 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 01 da solução proposta pelo projeto de Climatização.....	64
Figura 39 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 02 da solução proposta pelo projeto de Climatização.....	65
Figura 40 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 03 da solução proposta pelo projeto de Climatização.....	66
Figura 41 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 04 da solução proposta pelo projeto de climatização.....	67
Figura 42 – MF: Gráficocom planta e cortes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes	70
Figura 43 – MF: Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes.	71
Figura 44 – MF: Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes	72
Figura 45 – MF: Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes	73
Figura 46 – MF: Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes.	74
Figuras 47 e 48 – MF: Croquis de Compatibilização do Projeto de Climatização	75
Figuras 49 e 50 – MF: Croquis de Compatibilização do Projeto de Climatização.....	76
Figuras 51 e 52 – MF: Croquis de Compatibilização do Projeto de Climatização.....	77
Figura 53 – MF: Croquis da solução para os Painéis Acústicos.....	78

Figuras 54 e 55 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação dos Painéis Acústicos.....	79
Figura 56 – MF: Gráfico com planta e cortes do projeto do Museu indicando a volumetria dos espaços da câmara sob estrutura que recebeu a Sala da Exaltação	84
Figuras 57 e 58 – Imagens da 1ª Fase de Obras – Reforços Estruturais.....	85
Figuras 59 e 60 – MF: Imagens da 1ª Fase de Obras – Demolições	86
Figura 61 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Montagem dos Tirantes da Passarela	87
Figuras 62 e 63 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Estruturas de Madeira.....	88
Figuras 64 e 65 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Montagem da Passarela ...	89
Figuras 66 e 67 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Carpintaria de Obra	90
Figuras 68 e 69 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação do Sistema de Iluminação	92
Figuras 70 e 71 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação do Sistema de Iluminação	93
Figura 72 – MF: Fluxograma, 1ª versão	102
Figura 73 – MF: Fluxograma, versão final	103
Figura 74 – Perspectiva do Modelo Eletrônico do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	107
Figura 75 – RGM: Cortes Longitudinais do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	108
Figura 76 – RGM: Cortes Transversais do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	109
Figura 77 – RGM: Planta do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	110
Figuras 78 e 79 – Perspectivas internas do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	111
Figuras 80 e 81 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	112
Figura 82 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim <i>Museum</i>	117
Figura 83 – Orçamentos das construtoras para o Rio Guggenheim <i>Museum</i>	118
Figuras 84 e 85 – Perspectivas externas do RGM	119
Figuras 86 e 87 – Perspectivas externas do RGM	120
Figuras 88 e 89 – Perspectivas externas do RGM	121
Figura 90 – RGM: Estudo de três opções para a cobertura do restaurante em estrutura metálica, de madeira e em membrana têxtil.....	124
Figuras 91 e 92 – RGM: Esquemas do estudo estrutural para parede de contenção do Pier Mauá e escavação da camada de granito do subsolo	125
Figuras 93 e 94 – RGM: Croquis de estudos estruturas metálicas e Sheds.	126

Figuras 95 e 96 – Croquis de estudos das torres metálicas de iluminação.....	127
Figuras 97 e 98 – Croquis de estudo para a solução estrutural em perfis de aço e chapas de aço cortén do Cilindro da Galeria de Exposições Temporárias.....	128
Figuras 99 e 100 – RGM: Croquis de estudo com quatro opções para a solução estrutural da plataforma de base do restaurante.....	129
Figuras 101 e 102 – RGM: Croquis de estudo para a solução estrutural em treliças da plataforma de base do restaurante.....	130
Figuras 103 e 104 – RGM: Croquis de estudos de detalhamento de revestimentos em madeira maciça e vidro colorido.....	131
Figuras 105 e 106 – RGM: Croquis solução para execução do Jardim Tropical....	135
Figura 107 – RGM: Configuração Hidrográfica – Espelhos d’água e Cascata.....	136
Figura 108 – RGM: Croqui de estudo do desempenho energético e ambiental mostrando sistemas de iluminação e climatização naturais e artificiais/ mecânicos.....	137
Figura 109 – Zoneamento da área portuária do Rio de Janeiro.....	140
Figura 110 – Cerimônia de assinatura do contrato de construção do Guggenheim no Rio, em 30 de abril de 2003. Na foto estão o diretor da Fundação Solomon R. Guggenheim Thoma Krens (esq.), o então Prefeito Cesar Maia (centro) e o arquiteto Jean Nouvel (dir.).....	143
Figura 111 – Como os grupos de processos interagem em uma fase ou em um projeto.....	157
Figura 112 – Proposição do Autor sobre como os grupos de processos interagem em uma fase ou em um projeto complexo.	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Estatísticas Históricas do Brasil: séries econômicas, demográficas e sociais de 1950 a 1988.....	3
Tabela 2 – Cenáriopolítico, econômico, sociocultural e tecnológico	20
Tabela 3 – Sugestão metodológica para o desenvolvimento de um Plano Diretor Hospitalar.....	21
Tabela 4 – Relação entre elementos de design e o efeito nos cuidados com a Saúde	38
Tabela 5 – Exemplo de legenda utilizada pela Gerenciadora para revisão do projeto Pré-Executivo 1 de arquitetura	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estudos de Caso.....	144
---------------------------------	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	<i>American Institute of Architects</i>
AJN	<i>Ateliers Jean Nouvel, Paris, França</i>
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CABE	<i>Commission for Architecture and the Built Environment</i>
CAT	Certificado de Acervo Técnico
CAU/BR	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i> (Dinâmica dos Flúidos Computadorizada)
CHD	<i>The Center for Health Design</i>
CONDEPHAAT	Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DPH	Departamento do Patrimônio Histórico
DQI	<i>Design Quality Indicator</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix</i>
EDAC	<i>Evidence-Based Design Accreditation and Certification</i>
EV	Estudo de Viabilidade
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano do Estado do Rio de Janeiro
FRM	Fundação Roberto Marinho
IAB	Instituto dos Arquitetos do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MF	Museu do Futebol de São Paulo – Estádio do Pacaembu
MMA	Mauro Munhoz Arquitetura
NBR	Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PMBok	<i>Project Management Body of Knowledge do Project Management Institute</i> (PMI)
PN	Programa de Necessidades

RIBA	<i>Royal Institute of British Architects</i>
RGM	<i>Rio Guggenheim Museum</i>
SGF	<i>Solomon R. Guggenheim Foundation, Nova York, EUA</i>
VRV	<i>Variable Refrigerant Volume</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	1
1.2 Objetivos	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Definição de Processo de Projetos Complexos	5
2.1.1 Processo.....	5
2.1.2 Projeto.....	5
2.1.3 Projetos Complexos.....	7
2.2 O Processo de Projeto	8
2.3 A Concepção do Projeto e a Idéia de Problemas “Selvagens”	14
2.4 Estudo de Viabilidade, Programa de Necessidades, Plano Diretor	17
2.5 O Impacto das Decisões de Projeto	24
2.6 Processos de Qualificação do Projeto	27
2.6.1 O que faz um bom projeto?.....	27
2.6.2 Recursos de análises em tempo real.....	29
2.6.3 Instrumentos de qualificação do projeto e padrões de referência.....	30
3 ESTUDOS DE CASO	39
3.1 Descrição dos Estudos de Caso	39
3.2 Estudo de Caso A: Museu do Futebol – Estádio do Pacaembu	39
3.2.1 Levantamento cadastral.....	46
3.2.2 Fluxos, populações, acessibilidade, conexões.....	51
3.2.3 Aprovações – Órgãos do Patrimônio	52
3.2.4 Aprovações – Segurança contra Incêndio	59
3.2.5 Projeto de Climatização	63
3.2.6 Solução para instalações aparentes.....	68
3.2.7 Projetos estruturais	80
3.2.8 Projeto de iluminação	91
3.2.9 Escritório de obra.....	94
3.2.10 Gerenciadora/ Fiscalização.....	95
3.2.11 Fluxogramas	98

3.3 Museu Guggenheim Rio – Estudo de Viabilidade (<i>Feasibility Study</i>).....	104
3.3.1 Orçamentação (<i>Cost Model</i>).....	114
3.3.2 Estrutura (<i>Structure</i>).....	122
3.3.3 Estudo de impacto ambiental (<i>Environment</i>)	132
3.3.4 Análise do entorno e legislação (<i>Site Overview / Local Regulations</i>).....	138
4 CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES	147
4.1 A Utilização de Tecnologia de Simulação em Tempo Real e Modelos em Processo BIM	147
4.2 O Desafio do Projeto de Edificações Complexas.....	150
4.3 Proposições ao Grupo de Projetistas	152
4.4 Proposições ao Coordenador de Projetos Complexos	155
4.5 Síntese das Proposições	158
4.6 Sugestões para Trabalhos Futuros	159
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

Edifícios especiais e complexos, como são as edificações que abrigam museus, hospitais, auditórios e equipamentos esportivos, têm importância essencial na qualidade urbana e dos serviços públicos e agem como indutores de evolução social, gerando identificação, orgulho, inspiração e confiança. Seu processo de concepção, projeto e construção é diferente dos padrões estabelecidos pelo mercado imobiliário residencial e corporativo, e pouco explorado pelas equipes e empresas projetistas. Grande parte das produções acadêmicas relacionadas ao processo de projeto referem-se a estudos de casos para projetos imobiliários ou habitacionais no setor privado.

O Brasil passou, no século 20, por intenso processo de urbanização, com baixo nível de planejamento. A estimativa é de que num período de pouco mais de 100 anos, a população urbana de 12,9 milhões de habitantes existente em 1940 ultrapasse o número projetado de 237,7 milhões de habitantes até 2050, um aumento de 1.843%. Além disso, observa-se que esse processo vem tornando o número de núcleos urbanos mais homogêneo nas diferentes regiões brasileiras, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e projeção da Organização das Nações Unidas (ONU), aumentando, dessa forma, a demanda e o mercado para para esse tipo de edificação.

O planejamento, o projeto e a construção de infraestrutura urbana não têm acompanhado a velocidade desse processo de urbanização, provocando um déficit de edificações especiais, principalmente nos centros urbanos e capitais de tamanho médio. Essa defasagem torna-se maior também em função do aumento no nível de renda, escolaridade, acesso à formação universitária, acesso a serviços e planos de saúde.

No ano de 2014, existia, no Brasil, um déficit consolidado de, aproximadamente, 300 mil leitos hospitalares, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de quatro leitos para cada mil habitantes e os dados disponíveis sobre os hospitais existentes, segundo Ministério da Saúde do Brasil.

Não se pode, portanto, conceber que a produção prevista desses novos núcleos urbanos será constituída apenas de edificações habitacionais e comerciais.

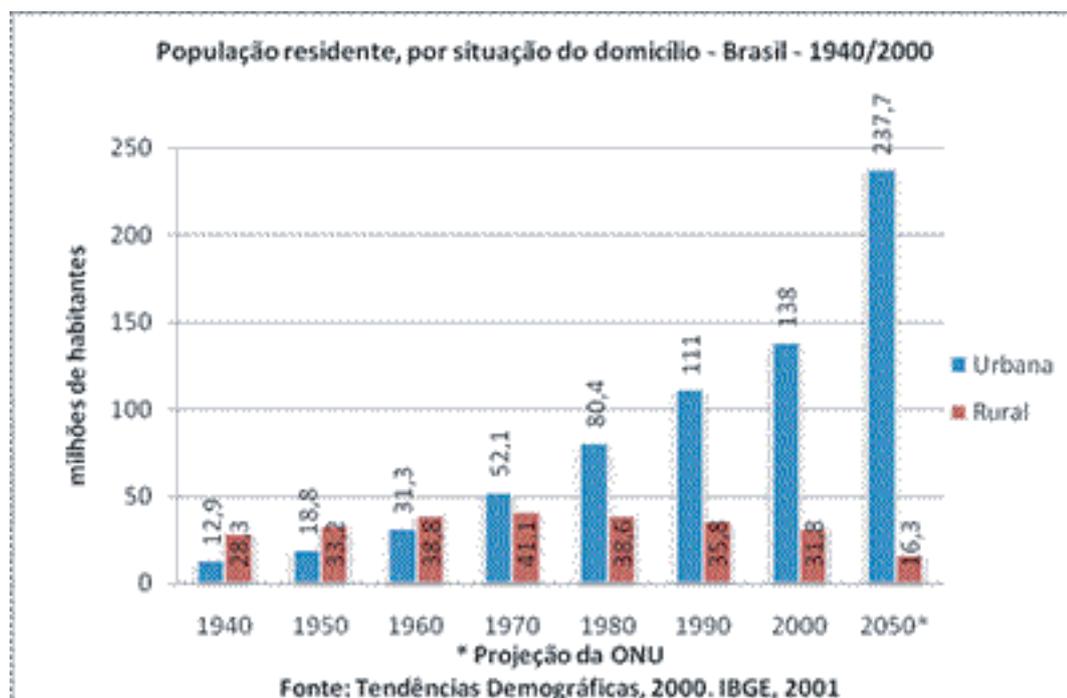
Em geral, essa tipologia de edificações especiais, complexas e fora dos padrões do mercado imobiliário, sofre grande aumento orçamentário ao longo do desenvolvimento dos projetos e execução das obras em relação ao inicialmente planejado. Esse descontrole do planejamento financeiro acaba sendo absorvido ou pelo poder público, ou por meio de captação de mais recursos, utilizando-se das fundações ou mecanismos como patrocínios, doações ou leis de incentivo.

Um exemplo claro são as experiências recentes de projeto e construção de infraestruturas complexas para a realização de grandes eventos esportivos, como a Copa do Mundo do Brasil de 2014 e as Olimpíadas do Rio de Janeiro de 2016, e culturais, como a Cidade da Música no Rio de Janeiro, que tiveram grandes descontroles nos orçamentos e prazos planejados.

Segundo Melhado (2006):

[...] as relações entre contratantes e profissionais de projeto envolvem diversas dificuldades de ordem técnica e comercial, principalmente pela deficiência de normas e regulamentações que efetivamente possam apoiar tal relacionamento. Particularmente, pode-se dizer que há poucos elementos reconhecidamente aceitos para a definição do conteúdo dos projetos a serem entregues, e dos serviços a serem prestados pelos projetistas – faltam referências para escopo de serviços de projeto. Como consequência, constata-se uma tendência a distorções na contratação, que estimulam a concorrência por preços sem uma clara relação com a real prestação de serviços a eles associada, além de induzir conflitos entre contratantes de projetos e projetistas durante o processo, configurando prejuízos para a qualidade do processo e do empreendimento.

Figura 4 – Brasil: Índice de Urbanização por Região 1940/ 2000 (em milhões de habitantes)



Fonte: Projeção ONU – Tendências Demográficas (IBGE, 2000)

Tabela 1 – Estatísticas Históricas do Brasil: séries econômicas, demográficas e sociais de 1950 a 1988

Região	1950	1970	2000
Sudeste	44,5	72,7	90,5
Centro-Oeste	24,4	48	86,7
Sul	29,5	44,3	80,9
Norte	31,5	45,1	69,9
Nordeste	26,4	41,8	69,1
Brasil	36,2	55,9	81,2

Fonte: IBGE (1990, p.36-7); Anuário Estatístico do Brasil 2.ed. (2001, p.2-14 e 2-15)

1.2 Objetivos

Objetivo principal

O objetivo deste trabalho é realizar, por meio dos estudos de caso e pesquisa bibliográfica, uma análise crítica das etapas iniciais de projetos de alta complexidade e fora dos padrões do mercado imobiliário, sua coordenação e gestão, de modo a propor formas de otimizar a eficácia do processo de projeto.

Objetivos parciais

- Analisar o impacto das decisões de projeto;
- Por meio de pesquisa bibliográfica, apresentar conceitos de processo de projeto, formas de coordenação e interface entre os agentes;
- Analisar o processo de projeto nos empreendimentos estudo de caso e identificar as melhorias a serem implementadas;
- Apresentar ações preventivas que possam ser aplicadas a novos projetos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Definição de Processo de Projetos Complexos

2.1.1 Processo

[...] conjunto de ações e atividades inter-relacionadas executadas para se obter um conjunto pré-especificado de produtos, resultados ou serviços.

Processo de Projeto pode ser caracterizado como um processo contínuo de mudança no qual as informações devem ser bem documentadas, claramente estruturadas e continuamente atualizadas. (EMMITT, 2007)

2.1.2 Projeto

De acordo com o *Project Management Institute Body of Knowledge* (PMBOK, 2013):

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos. Temporário não significa necessariamente de curta duração. O termo se refere ao engajamento do projeto e à sua longevidade.

O termo temporário normalmente não se aplica ao produto, serviço ou resultado criado pelo projeto; a maioria dos projetos é empreendida para criar um resultado duradouro. Por exemplo, um projeto de construção de um monumento nacional criará um resultado que deverá durar séculos. Os projetos também podem ter impactos sociais, econômicos e ambientais que terão duração mais longa que os projetos propriamente ditos.

Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU/BR), as definições e considerações sobre Projeto são:

Conforme Resolução CAU/BR-21, de 5 de abril de 2012:

[...] Projeto – criação do espírito, documentada através de representação gráfica ou escrita de modo a permitir sua materialização, podendo referir-se a uma obra ou instalação, a ser realizada através de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta e adequando-se aos recursos disponíveis e às alternativas que conduzem à viabilidade de sua execução.

Conforme NBR 13531, de novembro de 1995:

[...] 2.2. Elaboração de projeto: Determinação e representação prévias do objeto (urbanização, edificação, elemento da edificação, instalação predial, componente construtivo, material para construção) mediante o concurso dos princípios e das técnicas próprias da arquitetura e da engenharia.

Conforme o documento “Anotações sobre o PROJETO em Arquitetura – Contribuição para a sua regulação profissional”, o projeto é o principal elemento estruturante da profissão de arquiteto, *in verbis*:

57. [...] As atribuições profissionais são justificadamente mais amplas, englobando a consultoria e a construção, mas o projeto é o elemento agregador das diversas possibilidades da ação arquitetônica. Ele tem o atributo central de conter a intenção que promove a forma. Já o processo de projeto – a projeção – compõe a intenção, dá-lhe conteúdo e corresponde à distância entre o desejo e a elaboração da forma. O projeto configura o desejo na forma.

58. O projeto é autoral. O projeto é uma escolha entre uma infinidade de possibilidades. Individual ou em equipe, a autoria responde pelo vínculo entre idéia e forma, nas múltiplas encruzilhadas que o processo projetual percorre.

59. O projeto tem autonomia disciplinar. Seus atributos, objetivos, métodos e processos constituem-se autonomamente em relação à construção ou a outras disciplinas, que se estruturam em obediência a outros e distintos parâmetros.

60. O projeto é indivisível. O processo projetual organiza-se em etapas – estudos iniciais, anteprojecto, projecto – mas elas não são autônomas. Elas fazem parte de um todo, articulado, através da intenção que permeia todo o processo.

61. O processo de projecto é complexo. O projecto é elaborado em processo compositivo que envolve múltiplas variáveis disciplinares, tecnológicas, políticas, sociais, econômicas. A composição exige que a intenção organize, ordene e articule as múltiplas variáveis e suas interações.

62. O processo de projecto é assequencial, pleno de atos simultâneos. O processo de aprofundamento das decisões projetuais percorre todas as etapas, em idas e vindas de verificação e de ajustes entre a ideia em fluxo e a forma sendo plasmada.

63. O projecto tem unicidade. As etapas da projeção, não.

64. O projecto se apresenta por variados meios de comunicação. O meio gráfico manual é o mais recorrente, sendo substituído modernamente por meios digitais. No projecto, o meio não é a mensagem.

65. Toda construção é precedida por um projecto. Ela não pode ser erguida a partir de apenas uma das etapas do processo projetual.

Segundo a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que rege as formas de contratação para obras públicas, o Projeto Básico é definido como:

[...] o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

a) desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global

- da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;
 - c) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
 - d) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
 - e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
 - f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

Ainda em conformidade com a Lei nº 8666/93, o Projeto Executivo é definido como “o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas –ABNT”.

2.1.3 Projetos Complexos

Segundo Brito (2013):

Qualquer projeto apresenta certo grau de complexidade, não havendo uma definição clara do que são projetos complexos ou projetos convencionais. Entretanto, alguns projetos apresentam um escopo mais claro e estável, sendo mais previsíveis. Chamaremos esses de projetos convencionais. Projetos complexos são os projetos de escopo menos claro e menos previsíveis, apresentando as seguintes características:

- O escopo é não linear, variando no tempo conforme a evolução do próprio projeto;
- Número elevado de variáveis e interfaces;
- Falta de informações para efetuar estimativas;
- As diversas partes interessadas no projeto podem ter diferentes percepções sobre os resultados do projeto.

O autor propõe um método para a medição da complexidade de um Projeto através da atribuição subjetiva de notas por um grupo de avaliadores, avaliando-se os seguintes fatores: expectativas do cliente ou usuário do produto do projeto, escopo, interdependências, tecnologia, fornecedores, interferências, legalizações, execução,

prazo e recursos.

Considerando as características dos projetos complexos, sua gestão deve considerar os seguintes aspectos:

- A gestão do projeto deve ter seu foco em resultados, do ponto de vista do “proprietário” do projeto, pois, como mencionado anteriormente, projetos complexos podem ter diferentes percepções de resultados pelas partes interessadas;
- O planejamento deve ser o mais participativo possível, para incorporar diferentes experiências e minimizar as incertezas;
- Um projeto é um todo e evolui mesclando planejamento e execução, assim o seu planejamento deve ser evolutivo e não estanque;
- Devido a essa evolução, um projeto complexo deve ser periodicamente avaliado, pois as hipóteses iniciais utilizadas para viabilizar sua existência podem ter mudado;
- Um processo decisório ser operacionalizado para deliberar sobre pendências no momento que surjam;
- A gestão do projeto deve assegurar comunicação rápida e permanente com as partes interessadas para garantir o seu contínuo apoio e engajamento ao projeto. (BRITO, 2013)

2.2 O Processo de Projeto

Diversos autores abordam o tema Processo de Projeto:

[...] as relações entre contratantes e profissionais de projeto envolvem diversas dificuldades de ordem técnica e comercial, principalmente pela deficiência de normas e regulamentações que efetivamente possam apoiar tal relacionamento. Particularmente, pode-se dizer que há poucos elementos reconhecidamente aceitos para a definição do conteúdo dos projetos a serem entregues, e dos serviços a serem prestados pelos projetistas – faltam referências para escopo de serviços de projeto. Como consequência, constata-se uma tendência a distorções na contratação, que estimulam a concorrência por preços sem uma clara relação com a real prestação de serviços a eles associada, além de induzir conflitos entre contratantes de projetos e projetistas durante o processo, configurando prejuízos para a qualidade do processo e do empreendimento. (MELHADO, 2006)

No fluxo tradicional de desenvolvimento de um projeto a organização é sequencial e rígida, com fragmentação das disciplinas de projeto acarretando diversos problemas, como: eliminação da possibilidade de discussão de propostas alternativas, alto custo de tempo e recursos para introdução das modificações, falta de integração entre os profissionais envolvidos, fragmentação de dados, perda de informação ao longo do processo, construtibilidade e suprimentos não são considerados no decorrer do processo, e estimativas incorretas de custo do produto. (FABRICIO, 2002)

[...] o projeto tem papel fundamental na qualidade do empreendimento apresentando-se como elo da cadeia produtiva. O projeto contempla as

definições do produto que interferem nos resultados econômicos do empreendimento, sendo o processo de projeto a etapa mais estratégica com relação aos gastos de produção e agregação de valor ao produto. O projeto deve agregar eficiência e qualidade ao produto e processo construtivo, atendendo aos interesses do empreendedor, projetista, construtor e usuário. (MELHADO, 2005)

O processo de projeto permeia, ou ao menos deve permear, todo o processo construtivo, iniciando no planejamento, passando pela elaboração dos projetos do produto e dos projetos para produção, pela preparação para execução, pela execução e estendendo-se até o uso. (ROMANO, 2006)

[...] as práticas correntes de gestão e planejamento de projetos se restringem, na maioria das vezes, ao mero controle de contratos e entrega de desenhos. Os prazos para o desenvolvimento do projeto são calculados do final para o começo do processo. Os contratos de projeto, em sua grande maioria, são baseados na entrega de desenhos, onde as parcelas de pagamento estão vinculadas à entrega de lotes dos mesmos. Esse mecanismo se estabelece porque, na maioria das vezes, o contratante reproduz para a contratação do projeto a mesma modalidade que utiliza para a contratação dos serviços de construção, que é a de 'pacotes a preço fechado'. É frequente que o escopo dos serviços seja mal definido, o que resulta em retrabalhos ou falhas de informação, que são percebidas nos estágios mais avançados do planejamento. (MANZIONE, 2006)

Os modelos de planejamento desenvolvidos se preocupam somente em controlar os pontos de conclusão dessas etapas, sem, contudo, estabelecer previamente os objetivos a serem atingidos.

Percebeu-se na pesquisa que pouca importância tem sido dada à definição precisa do escopo de contratação. Por esse motivo, levantam-se dúvidas sobre os produtos a serem entregues em cada uma das etapas, trazendo insatisfação para os contratantes, que julgam estar pagando por serviços incompletos, e para os projetistas, que entendem terem entregado o que havia sido combinado. [...]

As interações imprevistas são causadas, pela parte dos contratantes, por falhas na especificação do produto originadas pelo desconhecimento das necessidades dos clientes, pela postergação da contratação dos projetos complementares que retardam a entrada de informações importantes ao projeto, causando lacunas de informação que, ao serem preenchidas em etapas posteriores criarão ciclos de interações, e pelo estudo superficial dos métodos construtivos a serem empregados. As recomendações aos contratantes é que desenvolvam melhor a etapa de especificações iniciais do produto, organizem mais cedo a equipe de projetistas e incluam as contribuições dos projetos para produção e a experiência dos construtores. [...]

Recomenda-se que o Planejamento passe a ser considerado pelos Coordenadores como um processo estratégico na condução do processo de projeto, e sugere-se para a melhoria de sua eficácia:

- a reformulação dos modelos de processo adotados, abandonando os modelos determinísticos e transformando-os em modelos do fluxo de informação;
- a construção de modelos que permitam o desenvolvimento em paralelo do projeto, o que é conseguido modelando-o em partes menores que facilitarão o exercício da troca de informações mais freqüente;
- o uso de técnicas adequadas para a manipulação desses modelos, como a DSM;

- o planejamento integrado de todos os projetos da empresa;
- a formalização do processo de projeto;
- gestão do projeto dentro do ambiente das extranets, possibilitando que as mesmas passem a gerenciar, além de documentos, que é a situação atual, as comunicações e o *workflow*;
- a incorporação de rotinas sistemáticas de controle dos prazos com análise das causas de desvios, possibilitando a retroalimentação do planejamento. (MANZIONE; MELHADO, 2007)

Para garantir o sucesso do empreendimento, uma sistemática de gestão e integração do processo de projeto deve ser definida. Segundo Romano (2006):

[...] essa sistemática deve incluir orientações quanto:

- à definição das etapas do processo de elaboração do projeto e das diferentes especialidades técnicas envolvidas;
- à como qualificar, contratar e avaliar os envolvidos;
- à como gerenciar as interfaces entre as diferentes especialidades técnicas (internas ou externas) envolvidas para assegurar a comunicação eficaz e a designação clara de responsabilidades;
- à definição e registro de requisitos funcionais e de desempenho, requisitos regulamentares e legais aplicáveis, e quaisquer outros requisitos essenciais para o projeto;
- à documentação e verificação das saídas do processo, tais como: memoriais de cálculo, descritivos ou justificativos; especificações técnicas; desenhos e demais elementos gráficos;
- à análises críticas sistemáticas para garantir a compatibilização do projeto, identificar todo tipo de problema e propor ações necessárias;
- à verificação de projeto para assegurar que as saídas atendam aos requisitos de entrada;
- à validação do projeto de forma a assegurar que o produto resultante é capaz de atender aos requisitos de entrada;
- à validação de projeto de forma a assegurar que o produto resultante é capaz de atender aos requisitos para o uso ou aplicação especificados ou pretendidos;
- ao controle de alterações de projeto, que devem ser identificadas, analisadas criticamente e registradas de modo apropriado;
- à análise crítica de projetos fornecidos pelo cliente, quando for o caso.

De acordo com Melhado (2001):

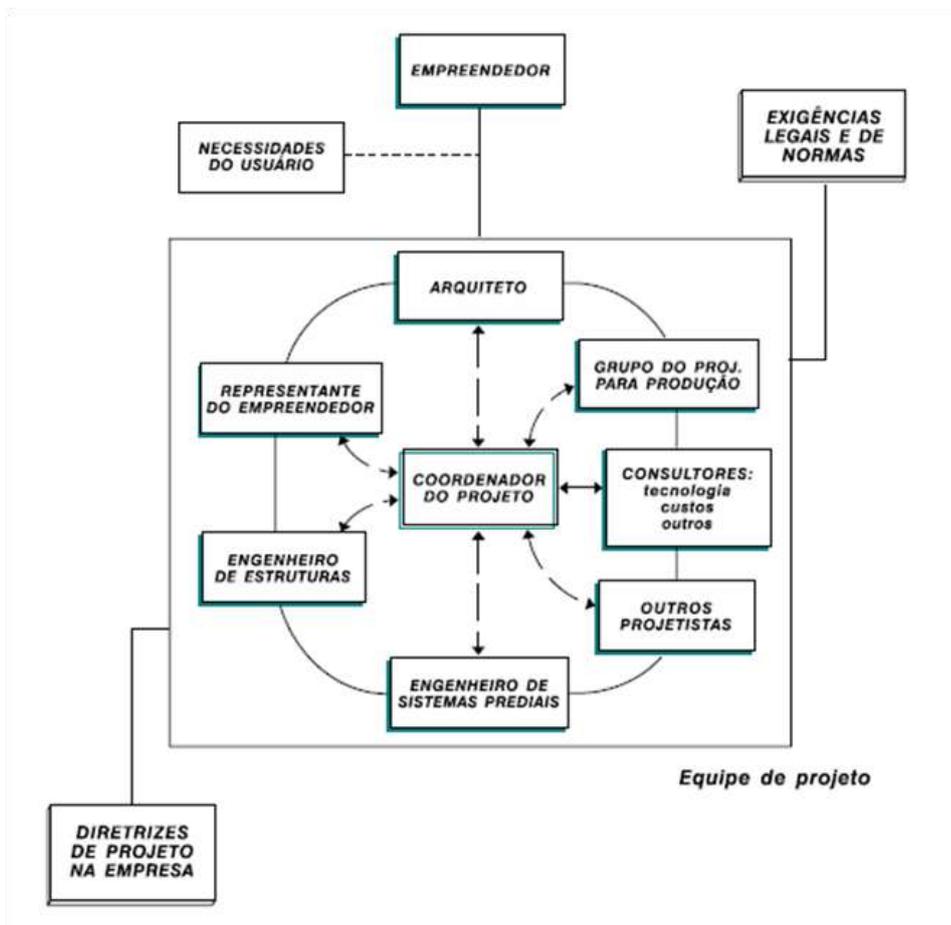
[...] trata-se essencialmente de reconhecer que o projeto é um processo interativo e coletivo, exigindo assim uma coordenação do conjunto das atividades envolvidas, compreendendo momentos de análise crítica e de validação das soluções, sem, no entanto, impedir o trabalho especializado de cada um dos seus participantes. Essa coordenação deve considerar aspectos do contexto legal e normativo que afeta cada empreendimento,

estabelecer uma visão estratégica do desenvolvimento do projeto e levar devidamente em conta as suas incertezas.

Melhado (1994) entende que o processo de projeto estaria subdividido nas seguintes etapas (conforme detalhado na Figura 1):

- Idealização do produto: solução inicial para o atendimento do programa de necessidade e restrições iniciais.
- Análise de viabilidade: avaliação da solução, sob aspectos de custo, tecnologia, adequação ao usuário e restrições legais correspondentes, em um processo iterativo, até que a solução definitiva seja encontrada, traduzida em um projeto preliminar que será a base para o desenvolvimento do mesmo.
- Formalização: a solução é consolidada, originando o anteprojeto.
- Detalhamento: são elaborados em conjunto o detalhamento final do produto (projeto executivo) e os processos de execução (projeto para produção).
- Planejamento e Execução: planejamento das etapas de execução da obra
- Entrega: entrega do produto ao usuário, que receberá assistência técnica da construtora no início, e fase na qual serão coletadas informações para a retroalimentação e melhoria contínua do processo.

Figura 5 – Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto



Fonte: Melhado (1994)

Figura 6 – O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício



Fonte: Hammarlund e Josephson (1992)

Arquitetura “brilhante”, “calorosa”, “de gênio”, “talento excepcional”, “visão esclarecida do futuro da sociedade”, “renovação do pensamento urbanístico”. Essas citações, entre outras, são usadas por Montlibert (1995) para exemplificar o tipo de julgamento da produção arquitetônica que geralmente se pode encontrar nas publicações especializadas. As análises feitas falam geralmente da genialidade, do dom, do carisma de arquitetos, mas não dizem muito a respeito dos métodos de trabalho que lhes permitiram obter sucesso (ou não) na promoção de seus talentos e ambições. Seriam esses métodos de trabalho questões de menor importância? Tudo se passa como se o “discurso de arquiteto” menosprezasse as determinantes de ordem social e técnica ou ligadas ao seu relacionamento com outros agentes, que são de fato decisivas quanto ao sucesso de um projeto. As contribuições de outros projetistas, muitas vezes, são tratadas de forma simplista na descrição de obras arquitetônicas de destaque. (MELHADO, 2001)

[...] o processo de projeto pode ser subdividido em três grandes macrofases:

- Pré-projeção: a primeira macrofase compreende a fase de planejamento do empreendimento, envolve a elaboração do plano de projeto do empreendimento, principal resultado da fase.
- Projeção: envolve a elaboração dos projetos do produto-edificação (arquitetônico, fundações e estruturas, instalações prediais) e os projetos para produção (fôrmas, lajes, alvenaria, impermeabilização, revestimentos verticais, canteiro de obras). Decompõe-se em cinco fases denominadas “projeto informacional”, “projeto conceitual”, “projeto preliminar”, “projeto legal” e “projeto detalhado & projetos para produção”. Os resultados principais de cada fase são, respectivamente, as especificações de projeto, o partido geral da edificação, o projeto preliminar da edificação, o projeto de arquitetura aprovado, o projeto de prevenção contra incêndio pré-aprovado, o projeto detalhado e os projetos para produção da edificação.
- Pós-projeção: envolve o acompanhamento da construção da edificação e o acompanhamento do uso. Os resultados principais de cada fase incluem, respectivamente, a retroalimentação dos projetos a partir da obra e da avaliação de satisfação pós-ocupação. (ROMANO, 2003)

As discussões sobre a qualidade do ambiente construído mostram que ela é resultado de um processo de projeto, da obra de construção e sua manutenção, bem como de um uso condizente com as suas funções. A qualidade do projeto em arquitetura depende da qualidade da equipe de profissionais responsável pelo desenvolvimento do projeto e sua experiência, além das informações disponíveis durante este processo. (KOWALTOWSKI & LABAKI, 1993; KOWALTOWSKI *et al.*, 2006)

No típico processo de projeto são utilizadas metodologias que apóiam a análise e síntese das ideias. Tentativas e erros são comuns. Nem sempre estas estratégias proporcionam uma visão geral clara dos objetivos de projeto e muitas vezes não permitem, ou não se preocupam, com o armazenamento das informações referentes às decisões efetuadas. Assim sendo, o projeto é considerado e tratado de forma empírica, o que não permite o compartilhamento do processo, das informações e das avaliações.

De outro lado, nas pesquisas sobre metodologias de projeto, sabe-se que estas são vistas como abstrações e reduções utilizadas para compreender o fenômeno projetivo. Existe um consenso entre os teóricos de que a intuição

é uma parte importante do processo e que o modelo de projeto não é uma seqüência linear de atividades exatas, uma vez que o projetista não possui amplo conhecimento da natureza do objeto de projeto e seu processo de pensamento não pode ser considerado totalmente racional (LAWSON, 2011). Os problemas de projeto, portanto, não são considerados problemas controláveis (“*tame problems*”), como os enfrentados na matemática ou no xadrez. O arquiteto e planejador urbano enfrenta problemas traiçoeiros, ou “wicked problems” (RITTEL & WEBBER, 1973; BUCHANAN, 1992). Não existe certo ou errado em arquitetura, mas existe melhor ou pior, portanto, deve existir uma avaliação crítica do produto produzido. O projetista lida com soluções únicas (“*one-shot operation*”) dificilmente testadas. Há pouca oportunidade de aprendizagem e o método da tentativa e erro é aplicado. É neste cenário que o projetista, sem o direito de errar, necessita de métodos de apoio ao projeto e da tomada de decisão, como por exemplo: sistemas de informação, métodos de simulação, DQI – *Design Quality Indicator* (GANN *et al.*, 2003), entre outros. (O PROGRAMA ARQUITETÔNICO NO PROCESSO DE PROJETO: DISCUTINDO A ARQUITETURA ESCOLAR, RESPEITANDO O OLHAR DO USUÁRIO, Doris C.C.K. Kowaltowski, Daniel de Carvalho Moreira e Marcella S. Deliberador)

O processo de projeto é um processo de mudança, a mudança é inerente ao processo.

2.3 A Concepção do Projeto e a Ideia de Problemas “Selvagens”

“A concepção é uma atividade criativa que, a partir de necessidades levantadas e do conhecimento existente, resulta na definição de um produto exeqüível, que satisfaça essas necessidades” (AQC, 1993).

Rittel e Webber (1973) descreveram dez características que definem as similaridades entre o projeto complexo a ideia de problemas “selvagens”:

1. Problemas selvagens não têm formulação definitiva, mas cada formulação de um problema selvagem corresponde à formulação de uma solução.
2. Problemas selvagens não têm regras para determinar seu fim.
3. Soluções para problemas selvagens não podem ser verdadeiras ou falsas, apenas boas ou ruins.
4. Não existem testes imediatos e nem definitivos da qualidade das soluções para problemas selvagens.
5. Cada solução para um problema selvagem é uma “operação de uma tentativa única”, porque não há oportunidade para se aprender por tentativa e erro; cada tentativa conta significativamente.
6. Na resolução de problemas selvagens não existe uma lista exaustiva de operações admissíveis.
7. Cada problema selvagem é essencialmente único.
8. Cada problema selvagem é um sintoma de outro problema, em nível “mais alto”.
9. A existência ou discrepância de problema selvagem podem ser explicadas de inúmeras formas. A escolha da explicação determina a

natureza da solução do problema.

10. O planejador não tem o direito de errar, uma vez que os problemas selvagens que deve solucionar são incorrigíveis.

Segundo Barros (2016):

Ao mostrar a evolução do projeto no tempo em um diagrama linear, pode-se passar uma ideia muito errada de que o processo de projeto em si é linear e, pior ainda, constante. Ao contrário dos diagramas que mostram as atividades nos paradigmas racional e reflexivo, este diagrama está mais próximo de uma transação comercial, que mostra para o cliente o que o arquiteto deve entregar, mas não diz como ele vai fazer isto (LAWSON 2005, p. 36).

O perigo então é que, justamente ao utilizar este modelo como uma ferramenta de gestão, o paradigma racional é posto em evidência, e o paradigma reflexivo, que envolve processos cíclicos e menos ordenados, pode acabar sendo visto pelo gestor ou cliente apenas como uma distorção do processo, ou muito pior, como incompetência do projetista.

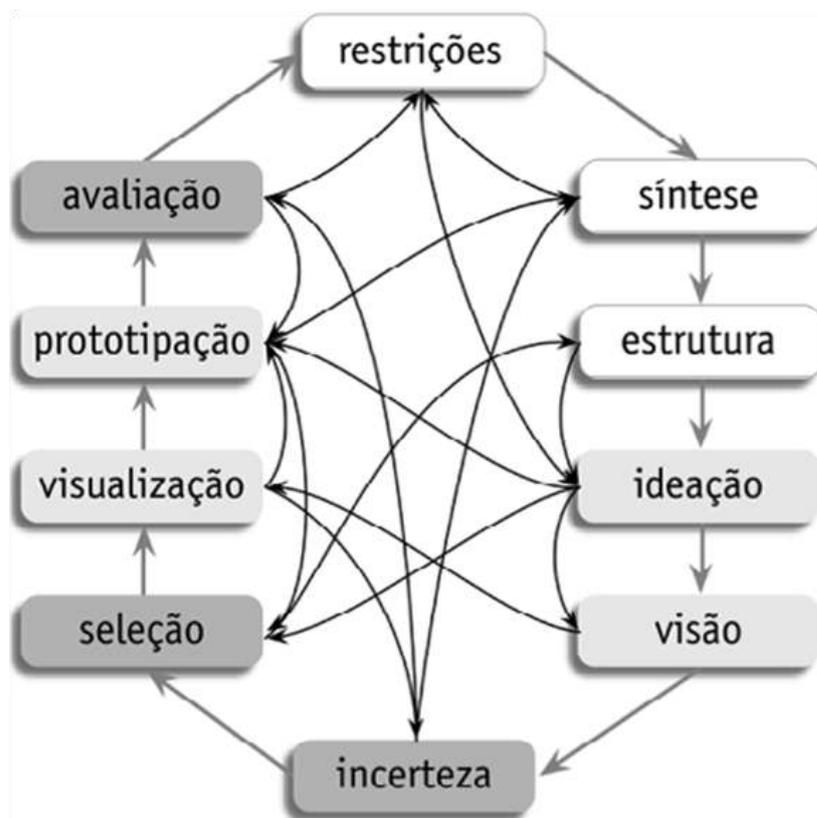
Aqui temos um exemplo da falta de simetria que pode ocorrer entre os paradigmas onde, para um olhar não treinado, o paradigma racional se coloca como o “correto”, e o reflexivo como um “erro de planejamento” ou uma “falha de processo”. Ao lidar com projeto, é fundamental a clareza de que um modelo de produtos (ou de etapas) é uma visão abstrata e idealizada do processo, mas que, a cada momento, os paradigmas racional e reflexivo serão utilizados alternadamente, e isto não é um erro, é o esperado e acima de tudo correto.

E para reforçar esta assimetria, podemos imaginar que, de maneira geral, o paradigma racional predomina ao longo do processo. Pela natureza das suas atividades, o paradigma reflexivo é mais concentrado em momentos mais curtos, como durante a concepção, enquanto que o paradigma racional predomina em etapas mais longas, como durante o detalhamento, onde é feito um refinamento em menor escala. Portanto, o projetista passaria mais horas no modo racional, o que pode reforçar a desvalorização do paradigma reflexivo como um procedimento autêntico.

Mais forte do que pode parecer, esta distorção dos modelos lineares é muito atrativa pois sugere uma precisão metodológica universal. Muitos gestores, cientistas e até mesmo projetistas acham esta visão sedutora, para alguns até irresistível, pois apostam nela como a única esperança de uma compreensão “lógica” do processo de projeto (BUCHANAN, 1992). De fato, se o projeto seguisse esta lógica linear seria muito mais previsível e facilitariam muito o processo de gestão e controle. Mas ele não segue [...]

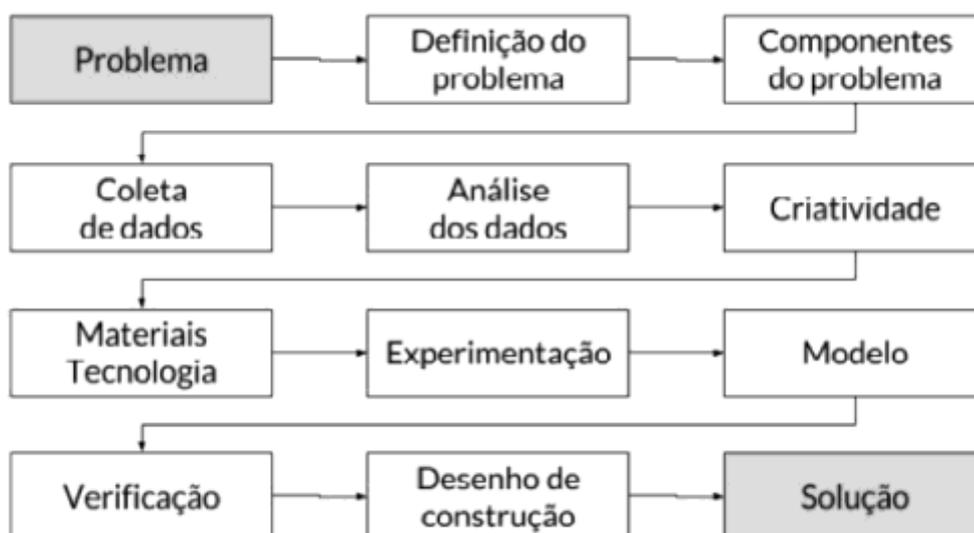
[...]. Observando projetistas trabalhando, Dorst e Cross exemplificam o processo de coevolução do par problema-solução da seguinte forma: “Os projetistas começam por explorar o [espaço do problema], e encontrar, descobrir, ou reconhecer uma estrutura parcial. Essa estrutura parcial é então usada para fornecer-lhes também uma estruturação parcial do [espaço da solução]. Eles consideram as implicações da estrutura parcial no [espaço da solução], utilizam-na para gerar algumas idéias iniciais para a forma de um conceito de projeto, e assim estender e desenvolver a estruturação parcial [...]. Eles transferem a estrutura parcial desenvolvida de volta para o [espaço do problema] e, novamente consideram as implicações e estendem a estruturação do [espaço do problema]. Seu objetivo [...] é criar um par problema-solução correspondente” (DORST;CROSS, 2001).

Figura 7 – O processo de projeto segundo Moggridge (2007)



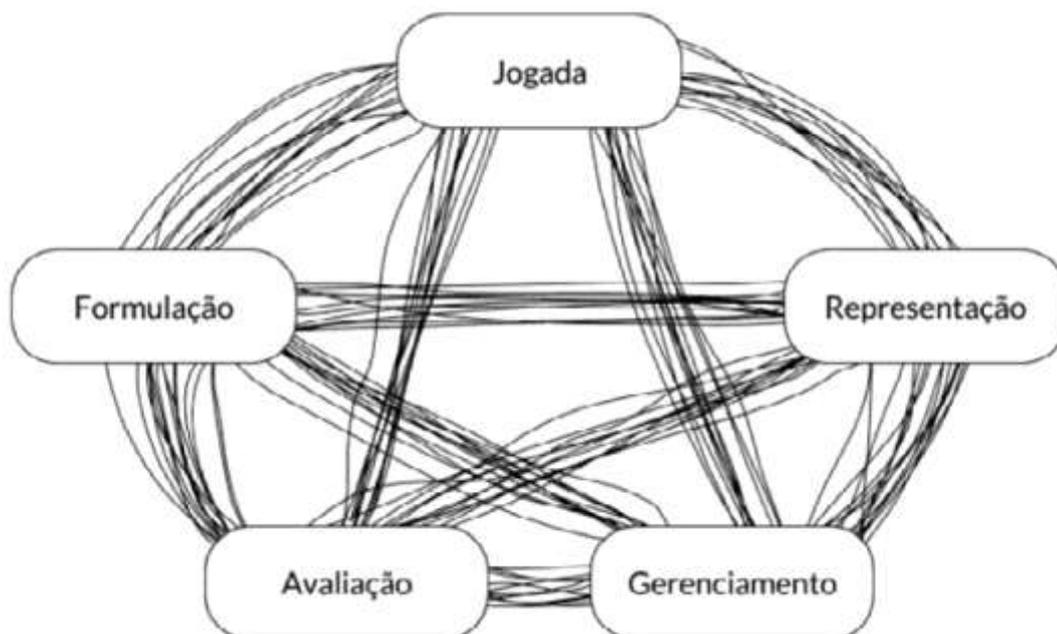
Fonte: Moggridge (2007, p. 730)

Figura 8 – O processo de projeto apresentado por Munari (2008)



Fonte: Munari (2008, p.54)

Figura 9 – Alternância entre as atividades



Fonte: Lawson e Dorst (2009)

Esta atividade envolve olhar seletivamente para a situação de projeto de um modo particular por um período ou fase. Este foco seletivo permite que o projetista lide com a enorme complexidade e as inevitáveis contradições no projeto, dando estrutura e direção para pensar, ao mesmo tempo que suspende temporariamente alguns problemas. (LAWSON, 2005, p. 292)

2.4 Estudo de Viabilidade, Programa de Necessidades, Plano Diretor

O programa é um método sistemático de investigação para delinear o contexto onde o projeto deve ser desenvolvido, bem como desenvolver os requisitos que um projeto bem-sucedido deve atender. (DUERK, 1993 *apud* MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011)

O Programa de Necessidades de Arquitetura é a avaliação completa e sistemática dos valores, metas, dados e necessidades inter-relacionados da organização do cliente, usuários das instalações e a comunidade do entorno. Um Programa bem concebido resulta em um projeto de alta qualidade.

[...] os valores a serem considerados no Programa de Necessidades são:

- Humanos: funcional, social, físico, fisiológico, psicológico;
- Meio ambiente: sítio, clima, contexto, recursos, resíduos;
- Culturais: históricos, institucionais, políticos, legais;
- Tecnológicos: materiais, sistemas, processos;
- Temporais: crescimento, mudança, permanência;
- Econômicos: financiamento, construção, operação, manutenção, energia;
- Estéticos: forma, espaço, cor, significado;
- Segurança: estrutural, proteção contra incêndio, químico, pessoal, criminal. (FAIA, 2000)

Segundo texto extraído de *The Architect's Handbook of Professional Practice*, 13ª edição, de Robert G. Hershberger, Ph.D. do *American Institute of Architects* (AIA), estes são alguns dos desafios que um Programa de Necessidades deve ajudar a superar:

Por que um Cliente Pode Precisar destes Serviços: Para esclarecer os objetivos do empreendimento e questões do projeto. Para fornecer uma base lógica para tomar decisões em relação ao projeto. Para assegurar que o empreendimento é uma reflexão dos valores do cliente.

Conhecimento e Habilidades Necessários: Conhecimento de projetos arquitetônicos. Conhecimento de métodos e prazos de construção. Habilidades de pesquisar e coletar informações. Conhecimento de custos de construção. Conhecimento de normas relacionadas a áreas. Habilidades analíticas. Uma excelente capacidade de falar, escrever e gerenciar.

Tarefas Representativas de Processos: Composição da equipe de Programa de Necessidades. Identificar e priorizar os valores do cliente e dos usuários.

Estabelecer os objetivos do empreendimento. Identificar limitações e oportunidades do empreendimento. Coletar e analisar dados. Documentar as exigências do empreendimento. (*THE ARCHITECT'S HANDBOOK OF PROFESSIONAL PRACTICE*, 2000)

No Acordo Padrão entre Cliente e Coordenador, de 2013, o AIA propõe ainda um padrão de contratação específico para o profissional responsável pelo Programa de Necessidades, independentemente do contrato entre o cliente e o projetista de arquitetura e entre o cliente e o coordenador dos projetos. Em relação ao controle da orçamentação, estabelece que:

3.4 Controle Orçamentário do Programa de Necessidades (PN)

3.4.1 No caso do cliente não haver estabelecido um Orçamento para o PN, o Coordenador e o cliente devem trabalhar em conjunto para preparar um Orçamento Preliminar do PN, que inclui o custo dos serviços fornecidos pelo Coordenador, o custo dos serviços fornecidos pelos outros consultores do cliente, o custo de projetar e de construir para cada projeto incluso no PN e os detalhes adicionais necessários para permitir que o cliente prepare um Orçamento Completo do PN. O cliente deve revisar e aprovar o Orçamento Preliminar do PN. O Coordenador deve fornecer relatórios sobre o Orçamento do PN a cada mês ou num intervalo de tempo a ser combinado pelo cliente e o Coordenador abaixo. O Coordenador deve organizar o Orçamento do PN de uma forma que permita que os custos possam ser monitorados usando o Sistema de Gerenciamento de Informações do PN. (AIA, 2013)

“Para melhorar o processo de projeto e vencer obstáculos de sua complexidade são recomendados atualmente vários procedimentos. Em primeiro lugar recomenda-se valorizar a fase do programa arquitetônico, ou de necessidades, com a discussão dos problemas a serem resolvidos e as

suas possíveis soluções. O levantamento de requisitos do cliente ou os requisitos funcionais deve ser estruturado e documentado para alimentar o desenvolvimento de soluções projetuais.

Recomenda-se ainda o processo participativo que visa enriquecer o levantamento de dados para o desenvolvimento do programa arquitetônico. A participação ajuda na partilha da tomada de decisão com os futuros usuários de uma nova edificação (SANOFF, 1994; SANOFF, 2001a; MOREIRA & KOWALTOWSKI, 2009). Finalmente, a APO e os registros dos erros e acertos de protótipos devem ser valorizados (PREISER et al., 1990, CASTRO et al., 2006, PREISER & VISHNER, 2004). Vários

métodos de avaliação de ambientes construídos em uso foram desenvolvidos e técnicas existem para estimular a produtividade e preservar a ética no processo com a participação da população.” (O PROGRAMA ARQUITETÔNICO NO PROCESSO DE PROJETO: DISCUTINDO A ARQUITETURA ESCOLAR, RESPEITANDO O OLHAR DO USUÁRIO, Doris C.C.K. Kowaltowski, Daniel de Carvalho Moreira e Marcella S. Deliberador)

O Plano Diretor se faz necessário em projetos de edificações complexas, como por exemplo hospitais, como forma de planejamento dinâmico ao longo do ciclo de vida das edificações para nortear ações e investimentos.

[...] documento técnico de caráter orientador, produto da atividade de planejamento da instituição em determinada fase do de seu desenvolvimento. [...] conduzido pela administração, esse documento direciona a política de reformas e ampliações, visando a minimizar erros e deseconomias nos processos de implantação e execução de obras. (MADRIGANO, 2006)

[...] o Plano Diretor torna-se o ponto de referência que todo o hospital deve ter para o desenvolvimento de suas atuações no tempo. Ele é o norteador do conjunto da gestão. Seus critérios estabelecem um sistema de controle e de avaliação que facilita a sua própria reorientação, sendo, por isso, caracterizado como uma ferramenta dinâmica. [...] a transparência e visualização do Plano Diretor Hospitalar servem também de estímulo e empolgação para os envolvidos com a missão institucional, pois permitem vislumbrar o “espírito” da organização de saúde com a qual estão comprometidos. (BADERMANN, 2014)

Tabela 2 – Cenário político e legal, econômico, sócio-cultural e tecnológico

Cenário Político e Legal	Cenário econômico	Cenário Sociocultural	Cenário Tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> - Diretrizes ANVISA - PDDU - Normas - Meio ambiente - Políticas de Saúde - Eleições - Parcerias público-privadas - Diretrizes da rede regional assistencial 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos - Concorrência - Renda da população - Expectativa de vida - Taxa de natalidade e mortalidade - Taxa de juros - Crescimento do mercado dos planos de saúde - Crescimento do PIB 	<ul style="list-style-type: none"> - Culturas e costumes - Desejos e necessidades da população - Sustentabilidade social e ambiental - Capacitação de mão de obra - Nível de escolaridade - Composição étnica e religiosa da população - Preocupação com a saúde e o preparo físico 	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia da Informação - Hospital sem papel - Aquisição de novas tecnologias - Manifestações contrárias aos avanços tecnológicos - Robotização - Velocidade das mudanças tecnológicas

Fonte: Badermann (2014)

Tabela 3 – Sugestão metodológica para o desenvolvimento de um Plano Diretor Hospitalar

Etapa 1		Objetivos
Entrevistas com questionário pré-elaborado	Nível administrativo	Apreender o conceito da instituição Expor o conceito do PDH
	Nível operacional	Avaliar as situações das Unidades
	Clientes	Conhecer a imagem da instituição Definir a função do Hospital (missão)
Etapa 2		Objetivos
Observação		Observar instalações existentes Ver e compreender os processos praticados Levantamento fotográfico
Etapa 3		Objetivos
Parâmetros arquitetônicos existentes		- Análise da situação existente: aspectos funcionais - Conhecer os aspectos sociais e culturais - Acessibilidade - Análise da contiguidade e das relações funcionais (acessos externos, controles e recepções, fluxos entre as unidades, distribuição de refeições e suprimentos) - Aspectos de flexibilidade - Obsolescência da edificação - Análise dos aspectos de humanização
Conhecer os condicionantes legais		Confrontar os espaços existentes com os espaços necessários normativos e opcionais (RDC 50 e outros)
Análise da infraestrutura		Elétrica, hidrossanitária, combate à incêndios (NBR 9077), ar condicionado (NBR7256), exaustão, aspectos de sustentabilidade
Etapa 4		Objetivos
Organizar os dados coletados		- Entender a função da instituição - Enfatizar a função da instituição - Elaborar diagnóstico arquitetônico e de infraestrutura - Identificar o que está faltando - Elaborar um programa preliminar de necessidades com quadro de áreas - Diagrama de relações - Estudo da tipologia e volumetria
Etapa 5		Objetivos
Síntese dos dados		- Elaborar Programa de Necessidades - Definir o conceito de infraestrutura - Elaborar zoneamento considerando o funcionamento do hospital (acessos, fluxos, circulação, contiguidade das unidades, orientação, etc) - Estruturar circulações com a previsão de crescimento futuro

Fonte: Badermann (2014)

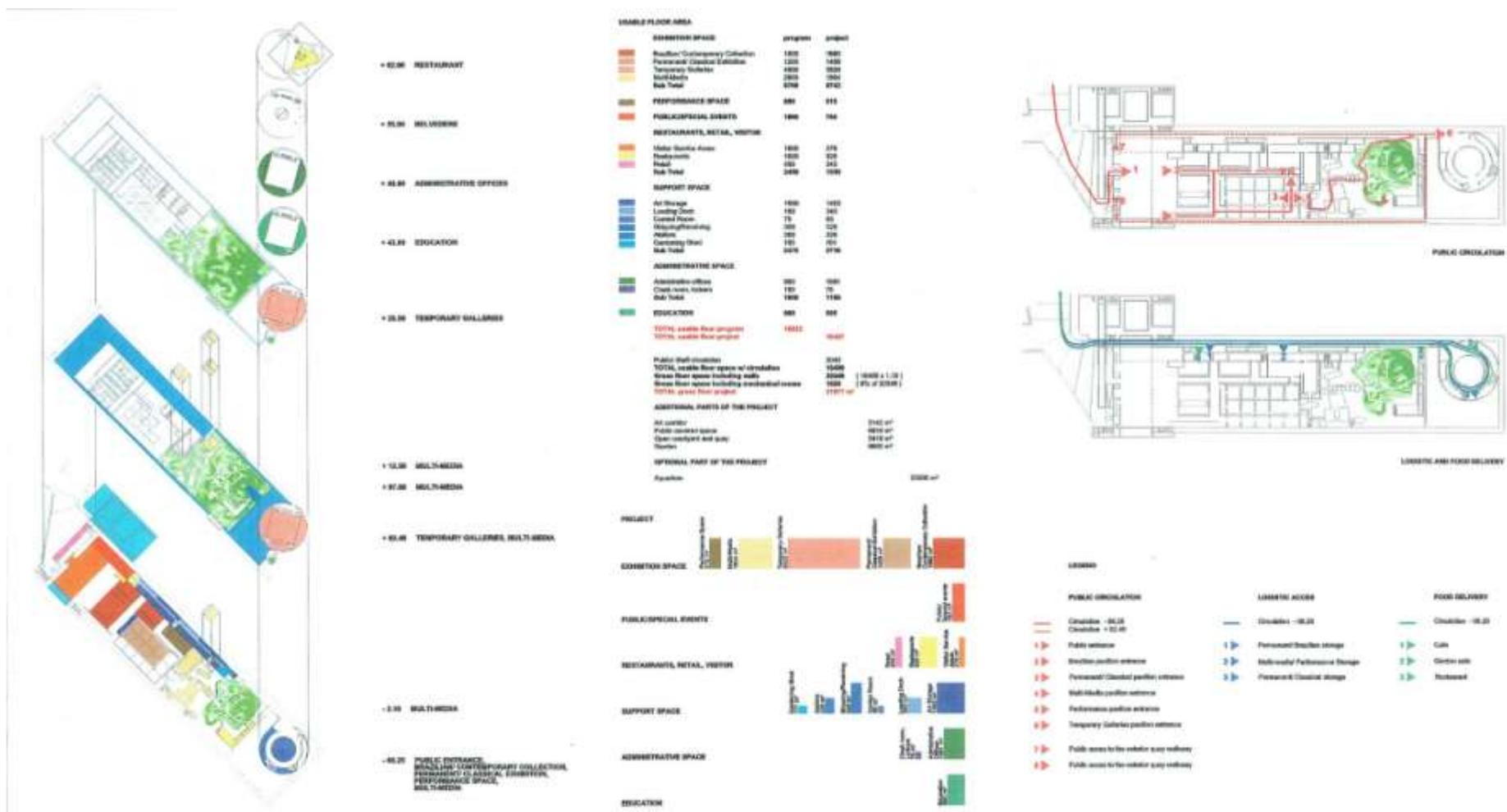
Devido ao potencial de mudanças, o desenvolvimento do plano de gerenciamento do projeto é uma atividade interativa elaborada de forma progressiva ao longo do ciclo de vida do projeto. A elaboração progressiva envolve a melhoria contínua e o detalhamento de um plano conforme informações mais detalhadas e específicas, e estimativas mais exatas tornam-se disponíveis. A elaboração progressiva permite que a equipe de gerenciamento do projeto defina e gerencie o trabalho com um nível maior de detalhes, à medida que o projeto evolui. [...]

O benchmarking envolve a comparação de práticas reais ou planejadas, tais como processos e operações, com as de organizações comparáveis para identificar as melhores práticas, gerar idéias para melhorias e fornecer uma base para medir o desempenho. As organizações comparadas durante o benchmarking podem ser internas ou externas. [...]

Muitas atividades em grupo podem ser organizadas para identificar os requisitos do projeto e do produto. Algumas das técnicas de criatividade em grupo que podem ser usadas são:

- Brainstorming. Uma técnica usada para gerar e coletar múltiplas idéias relacionadas aos requisitos do projeto e do produto. Embora o brainstorming por si não inclua a votação ou priorização, muitas vezes ele é usado junto com outras técnicas de criatividade em grupo que as incluem.
- Técnica de grupo nominal. Uma técnica que amplia o brainstorming adicionando um processo de votação para ordenar as melhores idéias e as levando para um brainstorming adicional ou priorização.
- Mapas mentais. Uma técnica em que as idéias criadas através das sessões individuais de brainstorming são consolidadas em um único mapa mental para refletir a existência de atributos comuns e diferenças de entendimento, além de gerar novas idéias.
- Diagrama de afinidade. Uma técnica que permite que grandes volumes de idéias sejam classificados em grupos, para revisão e análise.
- Análise de decisão envolvendo critérios múltiplos. Uma técnica que utiliza uma matriz de decisão que fornece uma abordagem analítica sistemática para o estabelecimento de critérios, como níveis de risco, incerteza e avaliação, para avaliar e classificar muitas idéias. (PMBOK, 2013)

Figura 10 – RGM: Esquema do Organograma e Fluxograma do Programa de Necessidades do *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

2.5 O Impacto das Decisões de Projeto

Segundo os autores indianos Hussain Varawalla e Vivek Desai (2013):

Muitas vezes, o clima predominante da região do hospital determina, em boa parte, a forma e a volumetria do edifício, ou seja, a resposta do projetista às características ambientais do terreno. O tempo dedicado a implantar e orientar uma construção no terreno, levando em conta os espaços abertos e o caminho do sol, é um tempo bem gasto. Essa pode ser a decisão mais importante que você fará em relação ao hospital em termos da sua resposta ao ambiente local e da consequente economia de energia.

Com a possível localização do edifício no terreno, você deve então determinar a forma aproximada da construção antes de projetar os espaços interiores. Edifícios projetados sem levar em consideração o caminho do sol exigem mais energia para aquecer e esfriar. No mundo todo, consomem-se enormes quantidades de energia para aquecer e esfriar esses edifícios. Apesar da diminuição dos recursos energéticos, ainda hoje muitos projetos não levam em conta o impacto do sol sobre o edifício e sua possível contribuição para o aquecimento e esfriamento dos espaços.

Essa abordagem ao projeto se faz necessária e é oportuna em tempos de consumo voraz de energia. Mais do que nunca, nossos projetos devem ter uma conexão íntima com o terreno, clima, materiais de construção locais e o sol. Nessa abordagem, é inerente uma relação especial com a natureza, com seu potencial de fonte inesgotável de energia. A arquitetura vernacular sempre apresentou, em diversos casos, uma relação intensa com variações climáticas e solares diárias e sazonais.

Hoje em dia, a abordagem dos projetistas à resolução de problemas é dominada pelo uso da tecnologia, excluindo-se as outras abordagens. Nas construções atuais, essa abordagem se manifesta nos materiais utilizados, como materiais plásticos e sintéticos. No caso específico do projeto de edifícios hospitalares, há uma dependência do ar condicionado nos espaços internos. Não se observa o uso de processos climáticos ou de outros processos naturais para manter as condições de conforto. De certa forma, nos tornamos prisioneiros de complicados sistemas de condicionamento de ar, pois eles exigem janelas hermeticamente fechadas todo o tempo. Com apenas uma pequena falha de energia ou de equipamento, essas construções se tornam inabitáveis. As especificidades das condições climáticas e dos materiais de construção locais recebem pouca atenção. Por todo o país, vemos agora essencialmente os mesmos tipos de construções recentes em edifícios comerciais, institucionais e de varejo. (VARAWALLA; DESAI, 2013)

O trabalho apresentado por Juan Luis Mascaró (1995) entende que:

[...] mais importante que os custos de construção e instalação dos equipamentos são seus custos de manutenção e uso, muito mais difíceis de se prever, pois, na maioria dos casos, a manutenção que se fará não será do tipo preventivo e sim corretivo, efetuando-se quando se apresentem os defeitos e afetando (o que é mais grave) não só a instalação propriamente dita, mas também as partes do edifício que a contém.

A falta de manutenção dos espaços construídos levará, a longo prazo, o edifício a deixar de cumprir suas funções, enquanto uma instalação sem

conservação permanente e reparação imediata, pode torná-la não só inabitável em horas, como também causar danos muito mais significativos que o simples custo da reparação da instalação deteriorada.

Enfocando o problema a partir do ponto de vista quantitativo, pode-se afirmar que em média, nas edificações:

a) custo de construção:

- 60% corresponde à parte civil (espaços);
- 40% corresponde às instalações.

b) custo de manutenção:

- 70% corresponde às instalações;
- 30% corresponde à parte civil (espaços). (MASCARÓ, 1995)

Na parte civil, deve-se minimizar a quantidade de materiais utilizados, bem como seus custos unitários, sem extrema preocupação com seus possíveis custos de manutenção, que sempre serão pequenos frente aos de construção.

Nas instalações ocorre o contrário: a escolha de sistemas, elementos e materiais deve visar a diminuição dos custos de manutenção, sem maiores preocupações com os custos iniciais da implantação de uma instalação.

Na maioria dos casos, quando há preocupação com a redução de custos, diminui-se a qualidade através da escolha de materiais e do tipo de execução do prédio e, pouquíssimas vezes, por meio da forma e tamanho dos locais. Quando isso acontece, de maneira equivocada, com a aplicação de conceitos que podem estar difundidos, mas que não são corretos, com por exemplo, supor que a simples diminuição do tamanho de um compartimento (ou conjunto de compartimentos) reduza seu custo na mesma proporção de seu tamanho.

A influência do tamanho médio dos locais nos custos de construção é relativamente fácil de intuir e calcular, e necessita apenas de alguma prática. Torna-se mais difícil imaginar a influência que a forma dos locais e do edifício exercem sobre os custos. Esse tema é tão importante e complexo, que é estudado por inúmeros pesquisadores, em diferentes países do mundo.

O Índice de Compacidade

Para medir e avaliar com certa objetividade a relação entre as paredes que envolvem o edifício e sua superfície horizontal, foi desenvolvido o que se conhece como "índice de compacidade" dos edifícios, que é definido com a relação percentual existente entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro das paredes exteriores do projeto. A relação matemática usada para expressá-la é a seguinte:

$$Ic = Pc \times 100 / Pp$$

Onde:

Ic –Índice de compacidade

Pc – Perímetrode um círculo de área igual a do projeto

Pp – Perímetrodas paredes exteriores, em planta, do projeto

Matematicamente, o índice máximo de compacidade é 100 e corresponde a umprojeto de planta circular. Todos os projetos com índices acima de 88,5% serão, em princípio, anti-econômicos, porque necessariamente resultarão em projetos com partes das plantas curvas ou ângulos entre paredes superiores a 90%,ambosantieconômicos por natureza. Dessa forma, na prática, devemos dizer que quanto mais próximo de 88,5%, por baixo, esteja o índice de compacidade de um projeto, menores serão os custos de construção e menores também as perdas e ganhos térmicos indesejáveis, que, conseqüentemente, tenderão a diminuir os custos de manutenção e uso do edifício. “ [...] à medida que o clima se mostra menos frio, os custos relativos das fachadasdeveriam tender a diminuir e aumentar progressivamente a participação econômica do plano horizontal superior no custo total” (Juan Luis Mascaró, 1995).

Como exemplo do impacto da tipologia adotada para edificações em projeto, pode-se citar o conceito de Horizontalização em projetos para edifícios hospitalares, que possibilita as seguintes vantagens:

- 1- Áreas de tratamento não compartimentadas em pavimentos, setores com áreas contínuas maiores.
- 2- Eficiência energética/conforto ambiental – melhor relação volume interno – áreas de fachadas.
- 3- Incêndio – facilidade de escoamento/compartimentação.
- 4- Economia com diminuição na necessidade de construção de áreas para núcleos de circulação vertical e *halls* de elevadores.
- 5- Economia em custo/manutenção e aumento da vida útil – menos equipamentos mecânicos.
- 6- Edificação com maior flexibilidade pela facilidade para ampliações.

2.6 Processos de qualificação do projeto

2.6.1 O que faz um bom projeto?

De acordo com o artigo publicado em '*Design Review*', escrito por Peter Stewart para a *Commission for Architecture and the Built Environment* (CABE, 2002):

O arquiteto romano Vitruvius sugeriu que as principais qualidades de edifícios bem projetados são “adequação à finalidade, durabilidade e beleza”:

Utilitas: as construções devem ser adequadas ao propósito a que se destinam.

Firmitas: devem ter estrutura durável e de qualidade.

Venustas: devem ser belas; suas formas devem agradar aos olhos e à mente.

Esses três critérios continuam sendo uma base íntegra para avaliar a arquitetura hoje em dia, tanto quanto o eram quando foram concebidos. Em um projeto, cada decisão afeta muitas outras; da mesma forma, os critérios acima estão interligados ao processo de projetar um edifício. Muitos dos aspectos que precisam ser considerados ao se avaliar um projeto aludem a esses três elementos.

Entre eles, temos:

1- Ordem

De acordo com Geoffrey Scott, em *Arquitetura do Humanismo* (1914), a ordem nos permite interpretar aquilo que vemos com mais presteza, torna a forma coerente e, portanto, inteligível, satisfaz aos desejos da mente e humaniza a arquitetura. A ordem pode se manifestar por meio da simetria (ou assimetria) e equilíbrio, por meio da repetição de elementos de organização ou estruturais, como a modulação, e por meio da ressonância entre elementos de diferentes escalas.

2- Clareza da organização

Se a organização da planta e do corte estiver clara, o restante do projeto vem naturalmente.

3- Expressão e representação

A aparência de um edifício pode nos informar sobre o propósito a que serve, sobre seu lugar na ordenação da cidade e sobre como ele foi organizado e elaborado.

4- Adequação da ambição arquitetônica

A arquitetura pode ser ruidosa demais ou silenciosa demais. No ambiente construído, há situações para fogos de artifício e para modéstia – tanto em relação ao contexto do projeto como ao seu propósito e configuração.

5- Integridade e honestidade

A aparência do edifício revela sua função? Caso revele, será visível a relação das plantas, cortes, elevações e detalhes entre si, criando uma imagem coerente do projeto.

6- Linguagem arquitetônica

O projeto de um edifício envolve decisões sobre questões tais como expressá-lo principalmente como um plano ou uma estrutura aparente, sobre padrões de sólido e vazio, de luz e sombra e assim por diante. Em um bom projeto, a sensação é que tais decisões são irresistíveis e inevitáveis, com uma clara relação entre o conceito mais amplo do projeto e seu entorno; em um mau projeto, tais decisões muitas vezes parecem arbitrárias.

7- Conformidade e contraste

Um bom projetista leva em consideração a relação do projeto com seu contexto. Isso não quer dizer que uma das principais metas de um projeto deva ser “encaixar-se”, necessariamente; na pior das hipóteses, isso seria pouco mais do que uma desculpa para a mediocridade. A diferença e a variedade podem ser virtudes de novas propostas, tanto quanto a semelhança e a conformidade. Além disso, é claro que os diferentes contextos podem ter uma natureza mais ou menos uniforme.

8- Orientação, expectativa e aspecto

A orientação de um edifício deve levar em consideração as implicações de uso de energia, bem como questões de urbanismo. Em relação à expectativa sobre o desempenho e o aspecto, o projeto deve levar em conta as condições em diferentes momentos do dia e da noite e em diferentes épocas do ano. A vista das janelas e oportunidades de ver o céu e o clima são tão importantes em edifícios hospitalares ou de escritórios quanto o são em residências.

9- Detalhamento e materiais

A qualidade das plantas, cortes e elevações deve ser mantida até o nível dos detalhes. É decepcionante ver um projeto promissor falhar por falta de refinamento nos detalhes. A escolha dos materiais é igualmente importante e se relaciona a uma compreensão do contexto, bem como a questões de manutenção, durabilidade, sustentabilidade e da forma como se espera que o edifício envelheça.

10- Estrutura, serviços ambientais e uso de energia

Em um edifício de qualquer complexidade, esses aspectos do projeto devem ser considerados parte do projeto esquemático desde o início. Em um projeto bem feito, as estratégias para lidar com eles provavelmente aparecerão nas plantas, cortes e elevações.

11- Flexibilidade e adaptabilidade

A finalidade de uso de um edifício e de suas diversas partes costuma mudar ao longo da vida da obra. O mesmo ocorre com as tecnologias que ele contém. Um bom projeto deve ser flexível (ou seja, capaz de acomodar mudanças nas exigências que atende sem grandes alterações) e adaptável (ou seja, capaz de ser modificado ou ampliado sem dificuldade, se necessário).

12- Sustentabilidade

Um projeto deve usar recursos naturais de forma responsável, em todos os seus aspectos.

Finalmente, não devemos ter medo de fazer a seguinte pergunta sobre um edifício: ele é belo? Caso seja, a elevação do moral será uma contribuição tão valiosa para o bem-estar público quanto cumprir bem as exigências funcionais do programa do edifício.

Principais perguntas:

- A configuração proposta atenderá as necessidades funcionais do PN?
- É provável que os usuários do edifício – de todos os tipos – fiquem

satisfeitos com o projeto?

- É provável que o design melhore a eficiência das operações que serão realizadas no edifício?

- Um visitante conseguirá encontrar a entrada e depois se situar no edifício? A orientação está clara a ponto de dispensar sinais ou mapas?

- Existe uma relação visível entre as plantas, cortes e elevações entre si e entre as ideias subjacentes do projeto?

- O projeto demonstra que a reflexão sobre as exigências da estrutura e construção do edifício e de serviços ambientais foi parte do processo de criação do projeto? Há evidências de que as diferentes disciplinas do projeto estejam trabalhando juntas, em equipe?

- Será fácil adaptar ou ampliar o edifício quando as exigências dos seus usuários forem diferentes? Os pavimentos são adequados para outros usos no futuro?

- O projeto leva em consideração os custos do ciclo de vida útil do edifício?

- Como ficaria o edifício em diversas condições: no sol, na chuva, à noite, em cada estação? Ele envelhecerá com graça?

- Podemos imaginar que o edifício se tornará uma parte estimada do seu entorno? Alguns sinais de alerta:

- Falta de evidência do comprometimento do cliente com um resultado de qualidade;
- Falta de um PN claro;
- Metas e objetivos contraditórios;
- Falta de viabilidade; projetos que prometem mais do que seria realista esperar;
- Nenhuma indicação de compreensão das características da região;
- Análise de contexto adequada, mas nenhuma evidência da sua influência no projeto;
- Projetos que pareçam cruéis, danosos ou obstrutores na sua abordagem ao espaço público;
- Falta de clareza sobre o que é privado e o que é público;
- Projetos em que é difícil saber, a partir dos desenhos, o que está sendo realmente proposto. Uma confusão no documento provavelmente resultará em uma confusão na realidade;
- Nenhum esforço de dar ilustrações claras e realistas de qual será a aparência do projeto;
- Nenhum esforço para ilustrar o projeto no seu contexto;
- Nenhum esforço de exibir uma abordagem a um projeto paisagístico nos casos em que isso seja importante. (CABE, 2002)

2.6.2 Recursos de análises em tempo real

O desenvolvimento de computadores extremamente potentes na década de 1990 trouxe para os engenheiros de edificações a “dinâmica de fluidos computacional” (Computational Fluid Dynamics – CFD), concebida inicialmente para a previsão do tempo e para o projeto de motores de avião. Essa técnica é um aperfeiçoamento do método dos elementos finitos que

modela o estado dos esforços estáticos em milhares de elementos adjacentes. Na CFD, as propriedades dinâmicas e térmicas dos elementos adjacentes são modeladas, e, quando o comportamento de milhares de elementos é agregado, é obtida uma maquete do fluxo de um líquido ou gás. Isso permite que os engenheiros projetistas prevejam as temperaturas de elementos estruturais durante um incêndio, e até mesmo representem o fluxo turbulento de gases quentes em um incêndio.

Computadores foram utilizados inclusive para simular o comportamento de pessoas que circulam por edificações como grandes estações de trem, ou em situações mais caóticas, como fugindo de um prédio em chamas – uma técnica que buscou mais inspiração no mundo do vídeo game do que na engenharia convencional. Na maquete, cada “pessoa” recebe características físicas típicas de seres humanos: mais ou menos em boa forma física, mais ou menos racional ao escolher seu caminho, mais ou menos determinada, e assim por diante. Dessa forma, os engenheiros podem agora prever com alguma exatidão as condições que levaram à congestão em um espaço cheio de gente, ou o tempo necessário para evacuar um prédio.

A gama de técnicas de projeto de engenharia possibilitada pelo uso de maquetes eletrônicas de edificações e de seus sistemas de engenharia está além do escopo deste livro. Basta dizer que a visualização do comportamento de uma edificação revolucionou o trabalho dos engenheiros. Atualmente, engenheiros podem projetar suas edificações interativamente, com monitores exibindo quase instantaneamente as consequências de qualquer alteração a um projeto. Os métodos visuais atuais tem muito em comum com o método “E se...”, que aparecia nos blocos de rascunho de projetistas que exploravam a aparência de alguma coisa ou o arranjo de determinados componentes – um método desenvolvido originalmente por engenheiros renascentistas, especialmente Brunelleschi e Leonardo da Vinci. Hoje em dia, porém, o “bloco de rascunho” é, simultaneamente, uma representação visual e uma maquete eletrônica completa do comportamento de uma edificação real. (ADDIS, 2009, p. 587-589)

2.6.3 Instrumentos de qualificação do projeto e padrões de referência

O AIA, Instituto dos Arquitetos dos Estados Unidos, estabelece o processo para garantir a capacitação profissional: graduação por uma instituição de ensino por ele certificada, demonstrar experiência real de trabalho na área sob a supervisão de um arquiteto, ser aprovado no exame promovido pelo AIA, que também oferece um curso preparatório opcional pago para os candidatos ao exame.

Para manutenção da licença profissional, a educação continuada é monitorada; são exigidas 18hs/aula mínimas por ano, com uma oferta de 3 mil provedores cadastrados, constituindo um catálogo com conteúdo de mais de 75 mil aulas.

Além da formação e qualificação do profissional, o AIA fornece padrões e instrumentos para o inter-relacionamento entre as empresas projetistas e

stakeholders, tais como: uma série de contratos-padrão entre o Arquiteto e Cliente, Coordenador de Projetos e Cliente, Coordenador de PN e Cliente, e guias-padrão, como o Guia para IPD (*Integrated Project Delivery*) e o Guia para Programa de Necessidades (*Programming*) (<https://www.aia.org/>).

Fazendo um paralelo com o mercado de trabalho brasileiro, apesar do grande e crescente esforço pessoal dos profissionais por qualificação e crescimento, a única qualificação exigida no país é o diploma universitário e o registro na entidade de classe.

Esses profissionais que oferecem suporte à elaboração do projeto, integrando a equipe e garantindo a eficiência de todo o processo de projeto até seu encerramento, tendem a ser engenheiros que não optaram por seguir a carreira de coordenador, sendo esta uma evolução da própria carreira ou simplesmente uma oportunidade oferecida pela empresa. No Brasil, não é necessário ter formação específica ou certificações para exercer a função de coordenador, ou seja, qualquer profissional pode exercer o papel de coordenador de projetos.

Mesmo sendo uma carreira recente, os coordenadores de projetos têm recebido uma valorização tanto pelas empresas como pelos clientes, principalmente quando demonstram ter competência para exercer tal função. Porém, considerando os equívocos que ainda são gerados em razão de falhas de gestão, seria o caso de estabelecer quesitos mínimos para o perfil do coordenador de um projeto? (SILVA; MELHADO, 2014)

Como exemplo dos instrumentos de qualificação do projeto mais difundidos, pode-se citar a Revisão de Projeto CABE, do *Design Council* da Inglaterra. O Conselho de Projeto (*Design Council*) da Inglaterra, autoridade respeitada no uso do princípio de projeto estratégico, propõe o uso da consultoria de Revisão de Projeto CABE (*Commission for Architecture and the Built Environment*) para a melhora e inovação na qualidade do ambiente construído. Essa revisão está pautada em aspectos como pontos fortes e fracos do projeto, ações que devem ser adotadas para atingir os benefícios possíveis no desenvolvimento do projeto, com base nos dez princípios da revisão de projeto estabelecidos pelo *Design Council*, *Royal Institute of British Architects* (RIBA), *RoyalTown Planning Institute* e *Landscape Institute*.

O CABE é um processo independente e imparcial para avaliar a qualidade de empreendimentos significativos, expansões urbanas e grandes projetos de infraestrutura na Inglaterra. É um método testado e comprovado por assegurar a

mais alta qualidade de desenvolvimento possível, e recebe uma menção especial dentro do Marco Civil Nacional de Política de Planejamento (*National Planning Policy Framework* – NPPF) (<http://www.designcouncil.org.uk/>).

Outro exemplo desses instrumentos é o Processo DQI. Trata-se de um processo colaborativo de validação da visão coletiva do grupo de *stakeholders*. As diferentes visões e questões são esclarecidas e processadas tendo em vista o foco no essencial: fornecer as decisões feitas pelo grupo.

O processo busca desenvolver nos envolvidos um senso de parceria e compromisso em relação ao empreendimento, levando ao grupo de arquitetos e projetistas o melhor entendimento possível do PN e as expectativas das pessoas que vão utilizar o edifício, garantindo sua adequação aos propósitos estabelecidos. Através de grupos de discussões entre todas as partes interessadas, estruturados em torno das questões do PN, o Processo DQI se propõe a atingir questões, idéias e soluções não pensadas pelo grupo de projetistas.

O DQI foi utilizado em mais de 1.400 projetos em 12 anos, e se baseia em três aspectos:

- Funcionalidade: Acessos, Usos, Espaços.
- Qualidade construtiva: Performance, Engenharia, Construção.
- Impacto: Integração urbana e social, Ambiente interno, Formas e materiais, Caráter e inovação.

Tais aspectos aplicam-se em cinco diferentes fases do empreendimento: PN, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Pronto para Ocupação e Em Uso.

O resultado é apresentado no formato de gráficos “tipo teia de aranha”, com escala de 0 a 6 pontos, que demonstra a resposta típica do grupo de participantes selecionado para cada seção avaliada. A pontuação mais alta (mais para fora do gráfico) mostra a sensação maior dos participantes de que o projeto ou o edifício atinge aquelas determinadas características. O gráfico provê uma idéia da percepção de como o projeto ou o edifício se comportaram em cada seção (<http://www.dqi.org.uk/>).

Um exemplo interessante de instrumento de qualificação do projeto voltado para edifícios hospitalares é o Projeto Baseado em Evidências EBD – EDAC (*Evidence-Based Design*– EBD / *The Center for Health Design – CHD/ Evidence-Based Design Accreditation and Certification* – EDAC – USA) (<https://www.healthdesign.org/certification-outreach/EDAC>).

O processo do Projeto Baseado em Evidências está pautado na aplicação de métodos de pesquisa *in loco*, bibliográfica, e avaliação nas diferentes fases do processo de projeto, construção e operação de edifícios hospitalares e de assistência à saúde como instrumento para embasamento, qualificação e inovação na concepção e desenvolvimento de estudos de viabilidade e soluções de projetos de edificações, e como retroalimentação para qualificar o próprio processo, criar novas ferramentas de pesquisa, qualificar, valorizar e engajar profissionais colaboradores. Como resultado prático, o processo busca atingir resultados mensuráveis como demonstrativos práticos de qualidade.

São exemplos de fatores que têm relação com o desempenho do tratamento médico e que podem ser controlados no projeto executivo de arquitetura, já comprovados cientificamente: o controle do ar, o acesso a álcool gel, os revestimentos, o sistema de água (relacionados à infecção hospitalar); a acústica, a qualidade da luz, a transferência e transporte dos pacientes (relacionados aos erros médicos).

No tocante à recuperação do paciente, já foi comprovado que a vista para a natureza e a incidência de luz natural diminuem a sensação de dor; o controle do ruído, o contato com a natureza real ou simulada reduzem o *stress*; o controle do barulho, da luz e a interação com outros pacientes melhoram a qualidade do sono; a luz natural e a vista do sol diminuem os índices de depressão. Entre outros fatores desejáveis estão a privacidade, a orientação espacial, a comunicação, a presença da família e a satisfação com o espaço.

Como exemplos de soluções projetuais para alcançar tais objetivos, podemos citar: em quartos de internação, a destinação de espaço confortável para acompanhante; janelasmaiores com peitoris mais baixos, permitindo maior acesso à iluminação natural e vistas externas; quartos de internação duplos com dispositivos privacidade; postos de enfermagem descentralizados, diminuindo a distância entre equipe e paciente; medidas de redução de ruídos, aumentando o conforto e reduzindo agentes causadores de *stress*; salas de conforto, meditação e educação para pacientes e família; elementos atrativos como jardins, fontes e obras de arte; espaços flexíveis que permitam as mudanças necessárias com o avanço das tecnologias.

A equipe de projetistas também busca complementar as informações existentes junto ao contratante com relação aos elementos humanos e equipamentos que irão ocupar os locais quando da conclusão das obras, adotando soluções compatíveis com os dados coletados. Um bom projeto baseado em evidências, aplicando-se soluções sustentáveis, eficientes e humanizadas, não custa muito e apresenta uma economia significativa, ampliando o ciclo de vida do edifício e a própria qualidade de vida dos usuários.

Mais um exemplo interessante de instrumento de qualificação do projeto voltado para edifícios hospitalares é o conceito de *Healing Environment*.

O espaço físico interfere positiva ou negativamente na recuperação dos pacientes, influenciando o cuidado médico através dos aspectos ergonômicos, que podem facilitar ou dificultar a atividade, o nível de saúde, fortalecendo ou enfraquecendo o paciente e a própria causa da doença, ao proteger ou expor o paciente à infecção. (GUELLI, 2010)

Baseado na teoria do *Healing Enviroment*, o objetivo da arquitetura é transformar o hospital ou edifício de saúde em um lugar que abrigue o espírito humano e suporte o paciente e sua família, ajudando-os positivamente, apresentando-se de forma a transcender a doença. Essa otimização do edifício estende-se também à equipe técnica, que também desfruta de novas melhores condições de trabalho, ergonomia e conforto.

Dentro da otimização do entorno do cuidado do paciente, Guelli explora cinco conceitos principais:

1. Suporte psicológico: um ambiente no qual seja possível elevar a moral do paciente e promover sua motivação através de equipe treinada.
2. Suporte social: explorar a interação entre paciente, família e amigos, oferecendo espaço adequado para participar da recuperação. O hospital deve ter áreas de lazer como uma praça ou jardim, onde os acompanhantes possam relaxar.
3. Senso de controle: a falta pode levar à depressão. Poder controlar a TV ,persianas, temperatura e iluminação do quarto, cria a sensação de independência do paciente.
4. Distração positiva: envolve a composição do espaço com formas, cores, texturas, utilizando inclusive plantas, jardins, quadros. A criação de ambientes dinâmicos, interativos com o meio ambiente, estimula os pacientes.
5. Eliminar distrações negativas: a poluição visual, informações indesejáveis, ruídos, aglomeração de pessoas, mobiliários inadequados e desconfortos ergonômicos, térmicos e acústicos, causam mal-estar e amplificam o *stress* já vivenciado pelo paciente em razão das condições de comprometimento da saúde.

Uma série de pesquisas científicas já realizadas comprovam que a aplicação desses conceitos traz uma série de benefícios para os pacientes e os demais usuários de qualquer edifício de saúde: recuperações mais rápidas, menos custos com medicamentos, elevação do moral da equipe, maior produtividade e diminuição dos custos de internações.

Dentro desses cinco conceitos, o segmento de arquitetura foca em “projetar para a saúde”, e não “criar um ambiente hospitalar”, baseando-se nas seguintes premissas:

- Aproveitar potencialidades do terreno para criar áreas de descompressão, com iluminação natural, contato visual com a natureza do jardim exterior, principalmente nas áreas de espera, nas áreas de estar da família da internação ou cirurgia, na área de convivência da equipe médica e enfermagem, área de lazer da psiquiatria.
- Espaços que proporcionem privacidade, dignidade e companhia.
- Proporcionar o controle do nível de privacidade pelo próprio paciente.
- Proporcionar o conforto dos acompanhantes dentro do quarto de internação e prover uma sala de descanso com luz natural e contato com o exterior.
- Visão para fora do edifício aos pacientes, usuários, prestadores de serviço e visitantes.
- Contato com a natureza (varandas, paisagismo, acessos a jardins, etc.).
- Conforto aos ocupantes: controle sobre o espaço (iluminação, som, controles de cabeceira, internet, possibilidade de locomoção através de cadeira de rodas).
- Legibilidade espacial do edifício: pacientes, usuários e visitantes devem conseguir orientar-se e localizar-se.

- Oferecer espaço adequado para os familiares e amigos para promover a interação com o paciente e a participação em sua recuperação.
- Prever áreas de bem-estar dos prestadores, onde possam descansar, relaxar e conviver em locais isolados dos pacientes e áreas dos visitantes.
- Buscar arranjos que minimizem percursos entre postos de enfermagem e pacientes.

Pode um edifício que é melhor para os pacientes e seus cuidadores prover ganhos financeiros, mesmo sendo mais caro? Com a liderança do hospital focada em valor, sustentada pelo conselho do hospital, apoiada por projetistas talentosos, e com disposição para abraçar as lições do Evidence-Based-Design, a resposta é sim. (BERRY *et al.*, 2004)

A lição chave é que o projeto do edifício e do modelo de atenção devem andar de mãos dadas para nós realmente obtermos todo o potencial de benefícios da massa de evidências, de forma efetiva, eficiente e num ambiente de saúde mais agradável.

Um bom projeto, baseado em evidências, não custa muito e mostra uma economia significativa, ampliando o ciclo de vida do edifício e a própria qualidade de vida dos usuários. (LAWSON, 2005)

O Sistema de Saúde pode, e vai mudar em grande parte de dentro para fora. Cada participante no sistema pode dar passos voluntários, hoje, para entregar mais valor. As organizações que o fizerem se beneficiarão, mesmo que outras resistam à evolução. (PORTER; TEISBERG, 2007)

Tabela 4 – Relação entre elementos de design e o efeito nos cuidados com a Saúde

PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS											
RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS DE DESIGN E O EFEITO NOS CUIDADOS COM A SAÚDE											
	QUARTOS SINGLES	ACESSO A LUZ DO DIA	ILUMINAÇÃO APROPRIADA	VISTAS DA NATUREZA	ÁREAS PARA FAMILIARES NO QUARTO DO PACIENTE	CARPETE	REDUÇÃO DE RUÍDOS	TRILHOS P/ TRANFERÊNCIA	INTERNAÇÃO LAYOUT	DESCENTRALIZAÇÃO DOS SUPLEMENTOS	QUARTO UNIVERSAL
REDUZ INFECÇÕES HOSPITALARES	●										
REDUZ ERROS MÉDICOS	●		●				●				●
REDUZ QUEDA DOS PACIENTES	●		●		●	●			●		●
REDUZ SENSações DESAGRADÁVEIS		●	●	●			●				
MELHORA NO SONO DOS PACIENTES	●	●	●				●				
REDUZ STRESS DOS PACIENTES	●	●	●	●	●		●				
REDUZ DEPRESSÃO		●	●	●	●						
REDUZ TEMPO DE ESTADIA		●	●	●							●
MELHORA A PRIVACIDADE E CONFIABILIDADE DO PACIENTE	●				●		●				
MELHORA A COMUNICAÇÃO ENTRE OS PACIENTES E MEMBROS DA FAMÍLIA	●				●		●				
MELHORA NO APOIO SOCIAL	●				●	●					
AUMENTO DA SATISFAÇÃO DO PACIENTE	●	●	●	●	●	●	●				
DIMINUIÇÃO DE ACIDENTES DO STAFF								●			●
DIMINUIÇÃO DO STRESS DO STAFF	●	●	●	●			●				
AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO STAFF	●		●				●		●	●	●
AUMENTO DA SATISFAÇÃO DO STAFF	●	●	●	●			●				

● INDICA QUE A RELAÇÃO ENTRE ESPECÍFICOS ELEMENTOS DE DESIGN E O EFEITO NOS CUIDADOS COM O PACIENTE SÃO INDICADOS, DIRETA OU INDIRETAMENTE, POR ESTUDOS EMPÍRICOS VISTOS NESTE RELATÓRIO.

● INDICA A EXISTÊNCIA DE EVIDÊNCIAS REALMENTE FORTES INDICANDO QUE INTERVENÇÕES DE DESIGN MELHORAM OS RESULTADOS NA SAÚDE.

(ULRICH ET AL, 2008)

aguelli@bross.com.br

Fonte: Arq. Augusto Guelli (2010), III Seminário Hospitais Saudáveis (SHS), São Paulo

3. ESTUDOS DE CASO

3.1 Descrição dos Estudos de Caso

Como objeto do Estudo de Caso, foram escolhidos dois empreendimentos culturais de grande porte, impacto urbano e visibilidade social, financiados pelo poder público em parceria com empresas privadas: o Museu Guggenheim Rio e o Museu do Futebol do Estádio do Pacaembu, em São Paulo.

A importância desses dois projetos para este estudo se justifica por reunirem características de projetos complexos e problemas “selvagens”, tais como a participação de inúmeras empresas projetistas e construtoras, fundações, órgãos públicos, brasileiras e internacionais; impacto em edifícios e espaços e equipamentos urbanos tombados pelo patrimônio e com expectativa de requalificação; características específicas únicas, sem a referência de um padrão a ser seguido, embasando-se apenas em projetos similares; soluções de projeto fora dos padrões convencionais do mercado da construção e da industrialização dos componentes; diversos *stakeholders* e alta probabilidade de alteração de escopo no período de desenvolvimento dos projetos, conforme destacado por Brito (2013).

Neste estudo, os dois empreendimentos foram analisados por meio da pesquisa de documentação: documentos contratuais, planilhas de dimensionamento da equipe, previsão de horas/homem; documentos referentes à coordenação do projeto, como atas de reunião e relatórios de vistoria de obra (uma vez que houve sobreposição de projeto e obra); documentos técnicos (croquis, desenhos, pranchas, memoriais, especificações técnicas); documentos relacionados ao fluxo de informação/comunicação nas empresas; e imagens (levantamentos, obras, croquis, maquetes e perspectivas geradas a partir de modelos eletrônicos).

3.2 Estudo de Caso A: Museu do Futebol – Estádio do Pacaembu

O Museu do Futebol foi instalado numa área de 7.000 m², sob as arquibancadas da fachada monumental do Estádio do Pacaembu, em São Paulo, nos espaços conectados por sua galeria diretamente à Praça Charles Miller, em quatro pavimentos. O edifício, inaugurado em 1940 por Getúlio Vargas e tombado pelos

órgãos do patrimônio, foi uma das primeiras estruturas de concreto armado de grande porte no Brasil, executada ainda de forma rudimentar em comparação aos sistemas construtivos atuais. Com investimento inicial previsto de R\$ 24 milhões, o Museu teve orçamento final quando da sua conclusão de R\$ 27 milhões. Idealizado em 2005 pelo então prefeito José Serra, com o propósito de se tornar uma das principais atrações culturais e turísticas da cidade de São Paulo, o empreendimento foi gerenciado pela FRM e contou com um grupo de 15 empresas projetistas.

Sobre a intervenção do projeto do Museu do Futebol no edifício do Estádio do Pacaembu, de acordo com o artigo de Abílio Guerra, intitulado Sensibilidade Onírica e publicado em janeiro de 2011 pela Revista Projeto Design, edição 371:

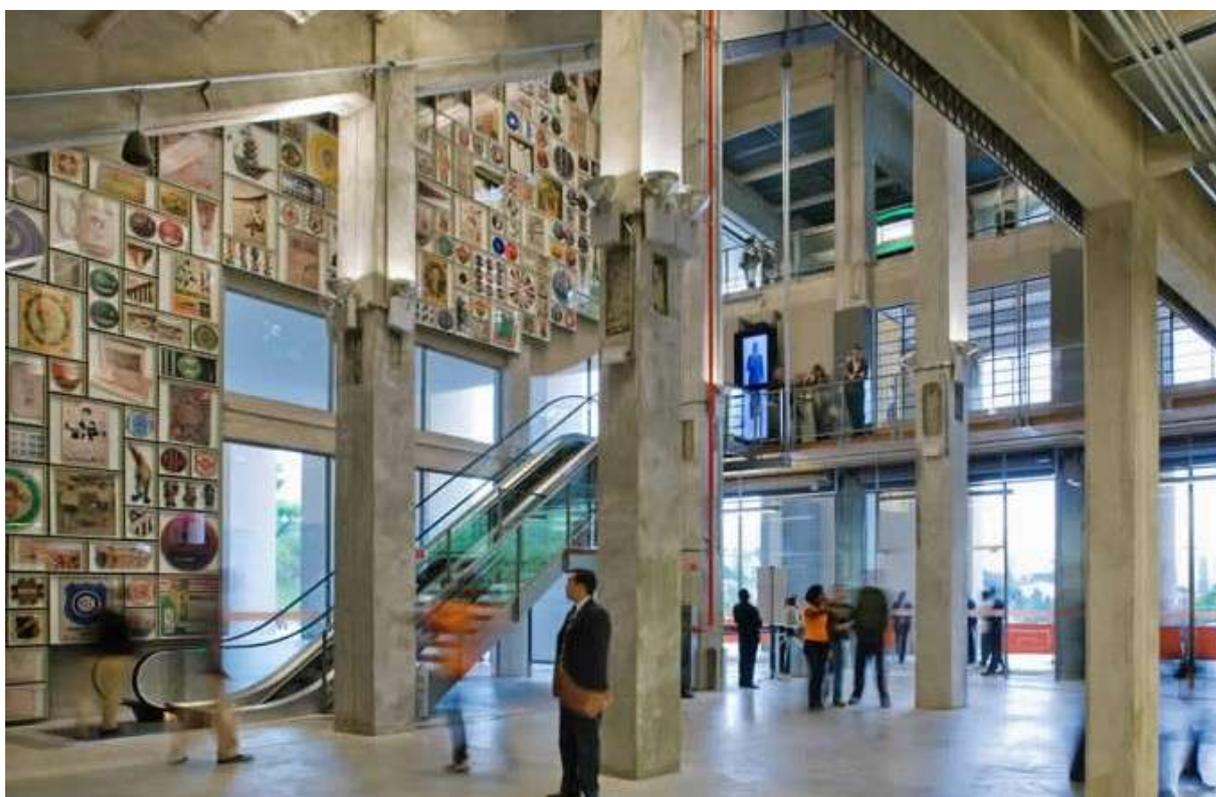
O estádio do Pacaembu, projeto do Escritório Técnico Severo Villares, com suas arquibancadas laterais erguidas sobre os taludes íngremes do vale, mantém uma peculiar relação com o sítio natural. Como uma prótese geográfica, o edifício art déco – solene fachada urbana voltada para a praça Charles Miller – une as arquibancadas. Se o estilo conservador, enaltecido pelas colunas gigantescas que emolduram o portão monumental, expressava o gosto oficial dos anos 1940, a imponente estrutura de concreto armado demarca o avanço técnico da engenharia na época de sua construção.

Revelar e acentuar tais qualidades é a estratégia adotada pelo arquiteto Mauro Munhoz na concepção do Museu do Futebol, instalado no edifício frontal. As decisões de projeto oscilam entre opostos: a radicalidade das demolições em grande escala, com a desaparecimento de lajes, paredes, vigas e escadas revelando a espacialidade e a lógica estrutural escondidas; e a economia de gestos nas intervenções pontuais, com prescrição moderada de materiais legíveis (aço, madeira, vidro) e instalações expostas (dutos e calhas infra-estruturais, escadas fixas e rolantes, placas acústicas). [...]

O resultado é uma surpreendente pedagogia do olhar, com o aporte conceitual se revelando pouco a pouco ao visitante durante o percurso, através de pequenas ou grandes surpresas que estimulam a sensibilidade lúdica e, às vezes, onírica própria do futebol. Onde havia maciças paredes de fechamento voltadas para a praça Charles Miller, temos agora – ampliando o caráter urbano do edifício – acessos diversos ao campo, museu, loja comercial e restaurante. No interior, tanto no saguão como em algumas áreas expositivas, os quatro pavimentos estão integrados espacialmente, com a possibilidade de visadas cruzadas entre ambientes e cotas distintas. O campo de futebol, incrustado no vale e corado pelas arquibancadas, apresenta-se ao visitante do museu em aberturas diversas, a mais surpreendente delas um antigo acesso do público às arquibancadas convertido em visor para o gramado. Um dos espaços emparedados entre arquibancada e edifício, cujos pilares e vigas descuidados de preocupações plásticas mergulhavam na escuridão e na umidade saturada, foi invadido e convertido em cenário impressionante para projeções de filmes com torcidas de futebol.

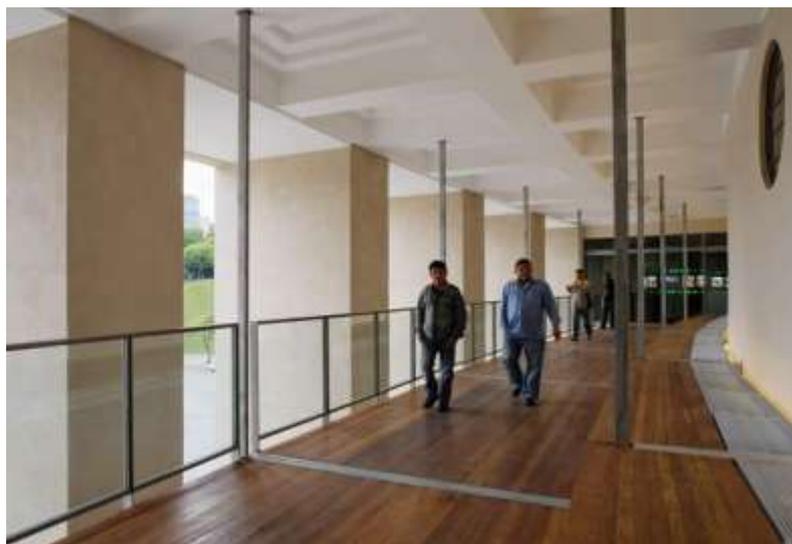
No meio do percurso, surge algo inesperado: uma ponte suspensa de madeira, sustentada por pilares metálicos atirantados na laje superior, articula os dois lados do museu dividido pelo portão monumental. Ao caminhar por ela, o visitante avistanovamente a praça, agora emoldurada pelo bairro do Pacaembu, que se ergue no horizonte.

Figuras 11 e 12 – Imagens da Fachada e Galeria do Museu do Futebol no Estádio do Pacaembu e Praça Charles Miller



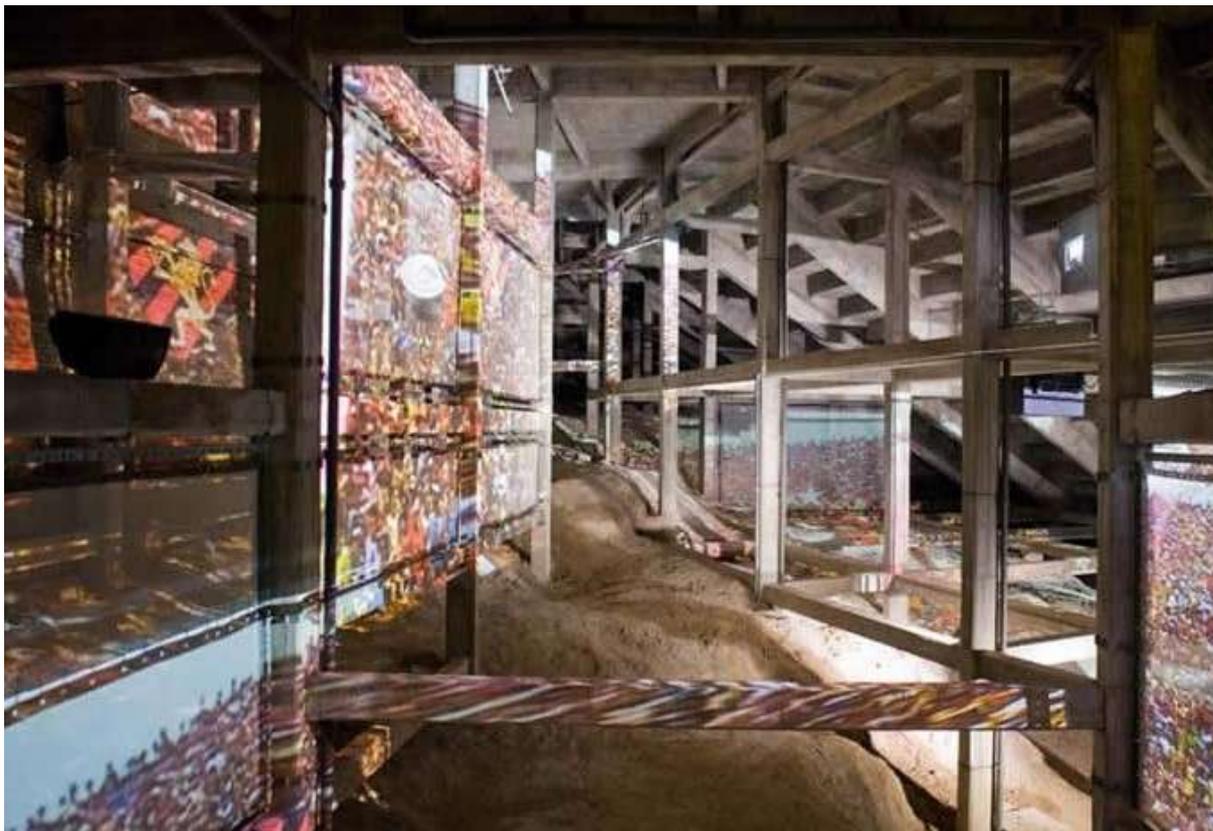
Fonte: Fotos de divulgação da Obra Concluída, MMA (2008)

Figuras 13 e 14 – Imagens da Passarela de madeira suspensa atirantada



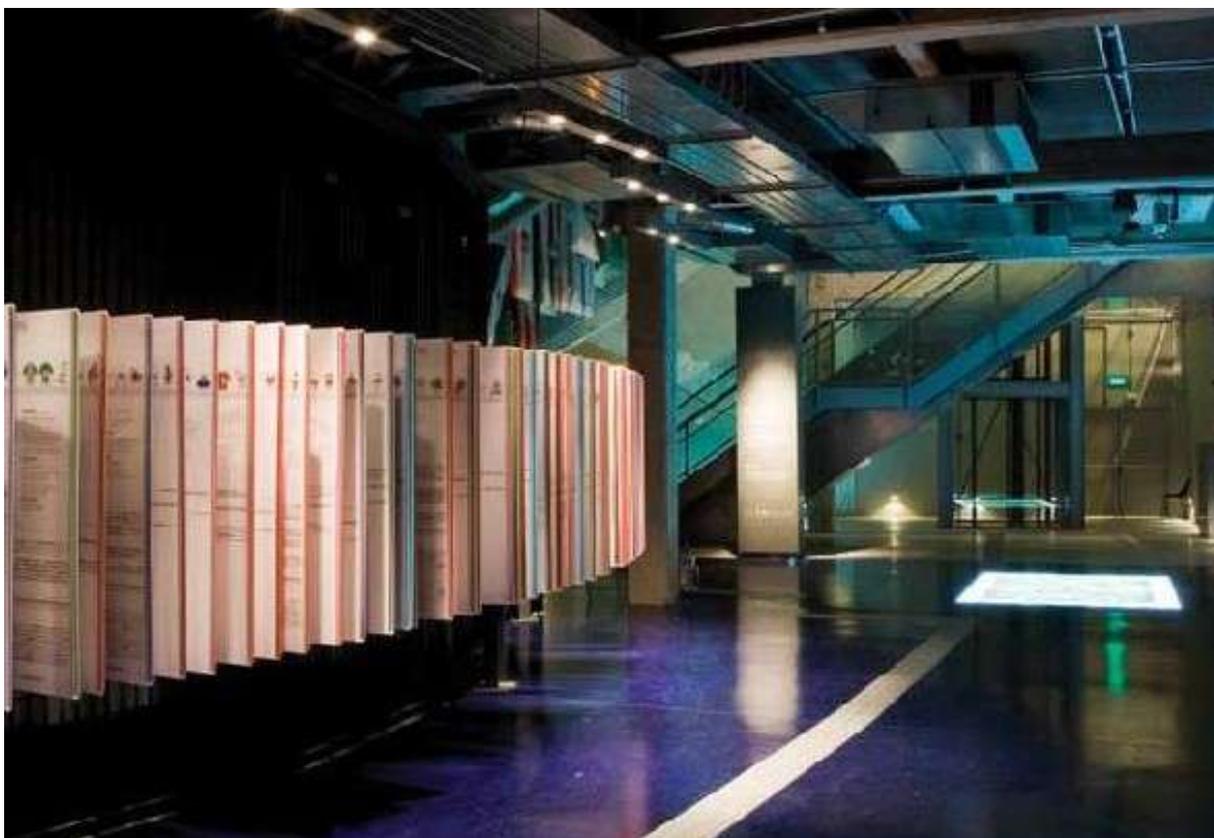
Fonte: Fotos de divulgação da Obra Concluída, MMA (2008)

Figuras 15 e 16 – Imagens da Sala da Exaltação sob as estruturas originais da arquibancada do Estádio e Auditório do Museu



Fonte: Fotos de divulgação da Obra Concluída, MMA (2008)

Figuras 17 e 18 – Imagens dos ambientes museográficos com iluminação e acústica controladas, projeções e instalações aparentes



Fonte: Fotos de divulgação da Obra Concluída, MMA (2008)

Figuras 19 e 20 – Perspectivas das Passarelas de estrutura de madeira suspensas atirantadas e do Hall de Entrada Museu do Futebol



Fonte: Projeto de Arquitetura, MMA (2006)

A implantação do Museu apresentou diversos desafios técnicos, construtivos e gerenciais que serão discutidos a seguir.

3.2.1 Levantamento Cadastral

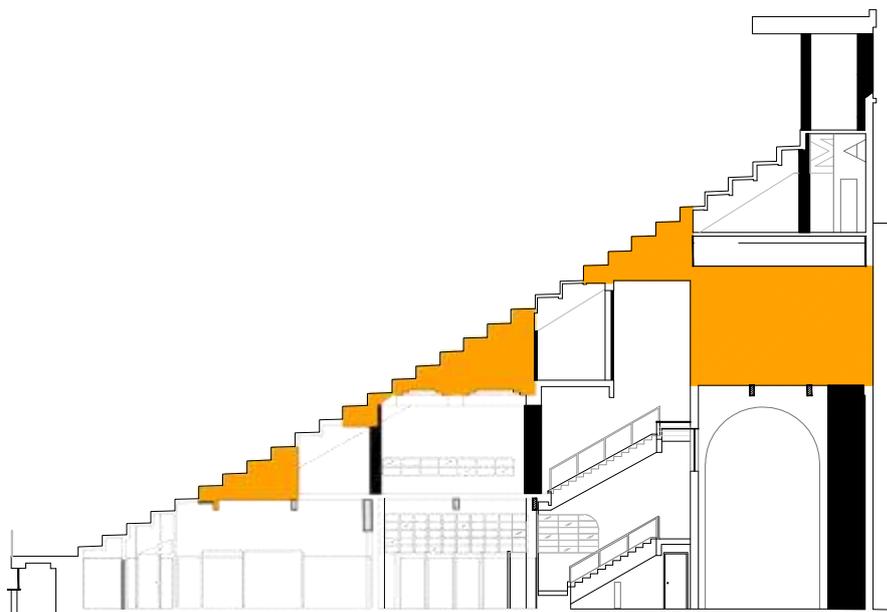
O Levantamento Cadastral do edifício do Estádio do Pacaembu foi realizado em três fases. Na primeira fase, a equipe de arquitetura realizou em paralelo uma minuciosa pesquisa documental e levantamento preliminar *in loco*. A pesquisa de documentação abrangeu arquivos de órgãos públicos e empresas privadas, como a Cia. City, para levantamento do projeto original do Estádio do Pacaembu em centenas de pranchas, desenhos, croquis e fotos datadas da época do projeto e da construção. O levantamento cadastral preliminar foi realizado *in loco* com trena eletrônica em nível menor de precisão, com definição de equipamentos e usos de cada ambiente que fossem suficientes para o desenvolvimento do Estudo de Viabilidade (EV). Essas duas fontes proveram as informações que foram combinadas para a produção da primeira base de desenhos em arquivo eletrônico, formato para AutoCAD.

Na segunda fase, contratou-se uma empresa experiente e de renome no mercado da construção para desenvolver o levantamento cadastral definitivo, detalhado e preciso, conforme parâmetros estabelecidos previamente pela equipe de arquitetura. Esse trabalho incluiu todas as dimensões do conjunto edificado, equipamentos e revestimentos com os seguintes produtos: planta dos quatro pavimentos, planta da Praça Charles Miller, incluindo o levantamento arbóreo, taludes e vias perimetrais, duas elevações, cinco cortes longitudinais, nove cortes transversais, ampliações de escadas e detalhes específicos, tais como equipamentos e instalações hidráulicas e elétricas, e 372 fotos *in loco*.

A empresa responsável pelo serviço encontrou grandes dificuldades. Por um lado, o levantamento aconteceu antes do término da 1ª fase de obras e da execução das demolições, o que impediu o acesso dos profissionais a vários locais objeto do levantamento; por outro lado, os desenhos apresentados pela empresa continham imprecisão por causa da complexidade da geometria da edificação. A construção original não seguia modulação e padronização, pois não havia os recursos técnicos

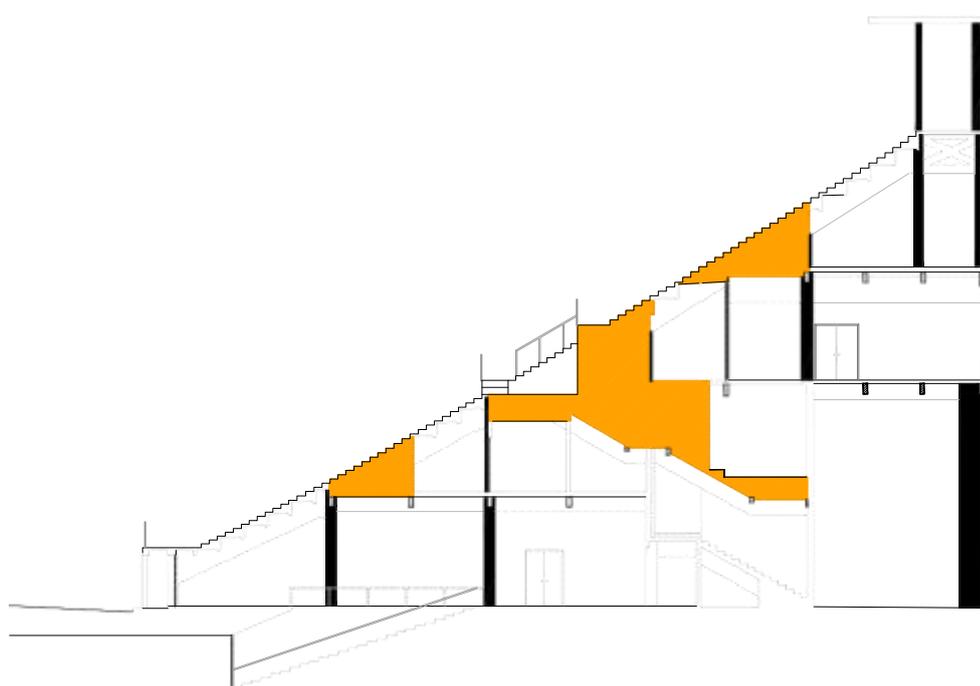
necessários. A obra, iniciada em 1937 e inaugurada em 1940, não contava com formas reaproveitáveis, espaçadores de formas ou locação digital. Existem registros fotográficos e escritos relatando a concretagem com a utilização de tração animal com carroças de burro. No período de quatro meses, a empresa executou três revisões gerais do levantamento.

Figura 21 – Gráfico com cortes da configuração original do Estádio e áreas objeto do levantamento cadastral para implantação do Museu



Corte1
Levantamento

0 1 5 10



Corte2
Levantamento

0 1 5 10

Legenda

-  Áreas levantadas pela empresa
-  Áreas não levantadas pela empresa

Figuras 22 e 23 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação das Escadas Rolantes



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figura 24 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Ajuste da Passarela



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Pode-se constatar que, durante todo o desenvolvimento dos projetos e execução das obras até sua conclusão, não se alcançou o objetivo de fornecer uma base cadastral fiel em arquivo digital de todas as áreas do edifício que foram objeto de intervenção, o que levou a erros e imprecisões de projeto que tiveram que ser solucionados em obra.

Como exemplos, temos a locação de escadas rolantes e shafts de elevadores que tiveram que ser efetuadas com sucessivas medições *in loco* pelo escritório de obra da equipe de arquitetura, em conjunto com a gerenciadora. A montagem das passarelas atirantadas de estrutura em pranchas maciças de madeira tiveram que ser cortadas manualmente pela equipe da empresa fornecedora, pois apresentavam erros de geometria e que, por sorte, tinham dimensões maiores do que as necessárias; de outra forma, toda a peça do trecho da passarela seria perdida, uma vez que cada trecho possuía uma geometria única, conforme se observa na Figura 24. Nota-se, portanto, que o projeto já reunia características de projeto complexo, conforme abordado por Brito (2013).

3.2.2 Fluxos, Populações, Acessibilidade, Conexões

O Estudo de População foi desenvolvido na fase de Programa de Necessidades, contendo cálculos de lotações, dimensionamento de acessos, catracas, escadas e quantitativo para sanitários, a partir das lotações segundo os usos de cada ambiente e vazões de portas, escadas e circulações, de acordo com o estabelecido pelo Código de Obras e Edificações de São Paulo e o dimensionamento realizado para o Museu da Língua Portuguesa.

Esse documento serviu de base para aprovações, mas não foi suficiente como instrumento de qualificação do projeto, pois não representava o real comportamento dos usuários nos espaços e não considerava o uso dos equipamentos mecânicos, nem a possibilidade de variação da população acima do previsto na legislação em dias e horários de pico.

A sobrecarga nos equipamentos de circulação e a formação de filas foi observada em Museus similares, porém, o principal *benchmark*, o museu da Língua Portuguesa em São Paulo, desenvolvido pela mesma equipe da FRM, ainda se encontrava em obras, e a eficiência de seu Estudo de População não poderia ser medida.

Na fase de Projeto Legal, a segurança das instalações do Museu e usuários do Estádio em relação às multidões e torcidas em dias de jogos foi questionada. A transparência e integração espacial com os espaços da Praça pareciam antagônicas à idéia de tornar o Museu hermético nos horários de jogos, que representavam apenas 5% do tempo de uso do complexo, o que gerou críticas em relação ao projeto de arquitetura. A solução encontrada foi a instalação de um sistema linear de portas de aço de enrolar e de correr, formando uma camada protetora sobre a caixilharia de todo o pavimento térreo do Museu.

O processo de projeto na busca de soluções para esses desafios teria se beneficiado muito de ferramentas como modelos em plataforma BIM e *softwares* de simulação em tempo real de análise de fluxos de pedestres e multidões, como visto em Addis (2009). Tais *softwares* permitem programar e avaliar rapidamente um comportamento individual para a representação de cada usuário durante toda a

duração de sua jornada no ambiente, e incluir, além da configuração espacial, equipamentos mecânicos de controle de fluxo, tais como catracas, portas giratórias, elevadores e escadas rolantes, com possibilidade de diferentes formas de visualização, inclusive por características individuais, como por exemplo, faixa etária ou comportamento, em modelo tridimensional, que pode ser importado dos formatos mais difundidos no mercado.

3.2.3 Aprovações – Órgãos do Patrimônio

Para estabelecer uma previsão do andamento do processo de aprovações para o planejamento do MF, principalmente aquelas ligadas aos órgãos do patrimônio, pode-se tomar como base todos os aspectos a serem avaliados e os parâmetros a serem considerados nessa avaliação; porém, não havia previsão das soluções técnicas e espaciais a serem encontradas e, mais ainda, as que seriam aceitas pelos órgãos. Também não existia nenhuma previsão do prazo exato para a conclusão desses processos, pois não havia exemplos, experiências ou *benchmarks* similares – tratava-se de uma situação única.

O *benchmark* utilizado como principal parâmetro no planejamento inicial do projeto foi o Museu da Língua Portuguesa, localizado na Estação da Luz, em São Paulo. Esse projeto de grande importância e visibilidade, que na época estava em fase final de obras, havia sido desenvolvido pela mesma equipe de gerenciadores da FRM e alguns dos mesmos projetistas. Nesse projeto, entretanto, ao contrário do enfoque adotado para o MF, os órgãos de patrimônio estabeleceram um critério de proteção às características aparentes dos revestimentos em madeira, pedra e estuque, vitrais e ornamentações, considerando seu histórico de construção pré-fabricada importada da Inglaterra em estrutura de ferro fundido e madeira maciça, e seu uso como estação símbolo da cidade de São Paulo. Esses critérios obrigaram a equipe de projetistas a encontrar engenhosas soluções para embutir toda a infraestrutura de instalações necessárias para o funcionamento do Museu na volumetria originalmente construída, com acesso por alçapões nos pisos e forros, sem que nada ficasse aparente.

No Museu do Futebol, o edital de tombamento se aplicava apenas à volumetria exterior das edificações, uma vez que este edifício já havia sido originalmente projetado e construído para abrigar uma instalação esportiva, sem revestimentos ou ornamentações, já se utilizando de uma estrutura em concreto aparente, pioneira para a época. Essa característica possibilitou uma abordagem inversa para o conjunto de instalações, necessária ao funcionamento do Museu.

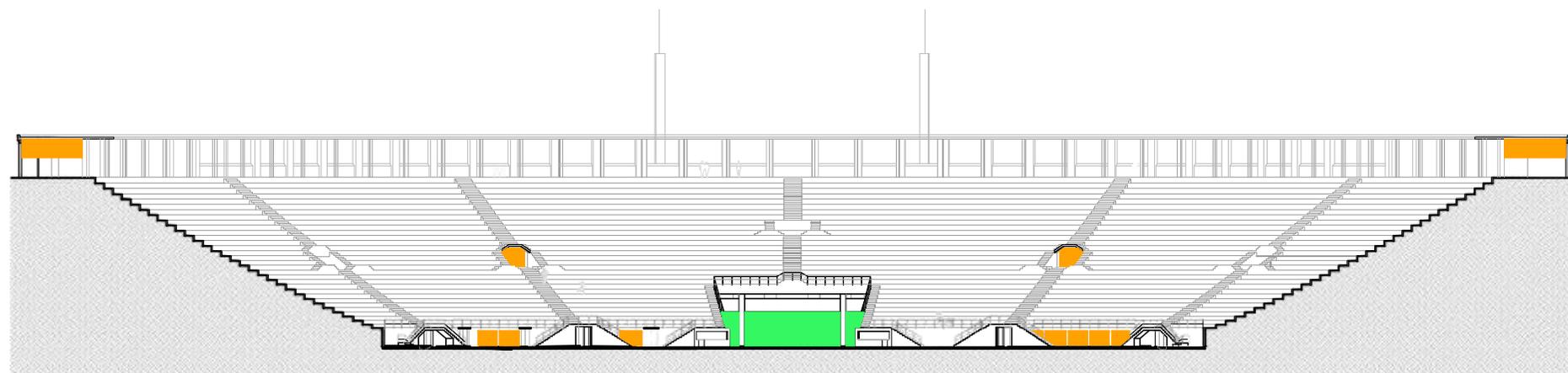
Um exemplo da complexidade desse processo de interação com os órgãos do patrimônio é o de que este resultou em diretrizes tão diferentes por parte dos órgãos competentes – por um lado, a proteção e restauração completa da fachada frontal, conforme técnicas utilizadas na época da construção, e por outro, a retirada das partições internas, raspagem, tratamento e exposição das estruturas de concreto internas e, em casos pontuais específicos, demolição e retirada de lajes e vigas originais do edifício tombado. Tais desdobramentos eram impossíveis de serem previstos, conforme já discutido no item 2.3.

Figuras 25 e 26 – MF: Gráfico com elevações frontal e posterior do Estádio indicando setorização dos critérios de intervenção estabelecidos pelos órgãos do patrimônio



Elevação
Praça Charles Miller

0 5 10



Elevação
Interna Estádio

0 5 10

Legenda

- demolição de fechamentos, exposição da estrutura e intervenções pontuais
- restauro e intervenções não visíveis nos caixilhos originais
- restauro conforme construção original

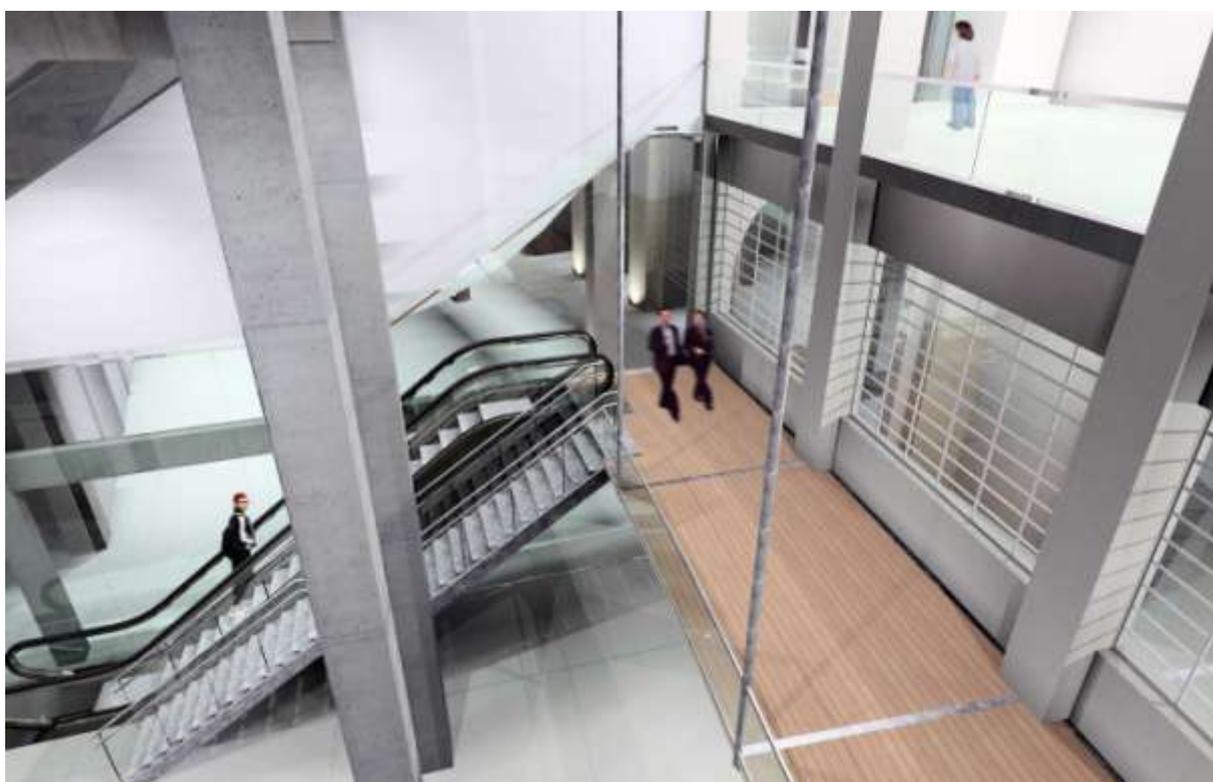
Fonte: Autor (2016)

Figuras 27 e 28 – Perspectivas da Galeria do Museu do Futebol na Fachada do Estádio e Praça Charles Miller



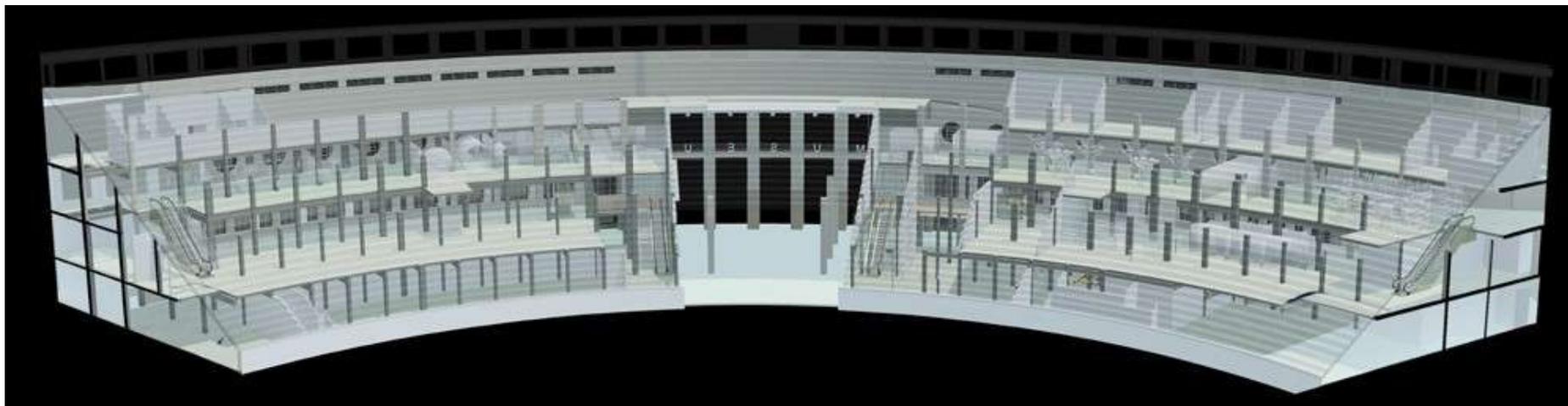
Fonte: Projeto Legal de Arquitetura, MMA (2006)

Figuras 29 e 30 – Perspectivas da Galeria do Museu do Futebol e *Hall* de Entrada, com Passarelas de estrutura de madeira suspensas atirantadas



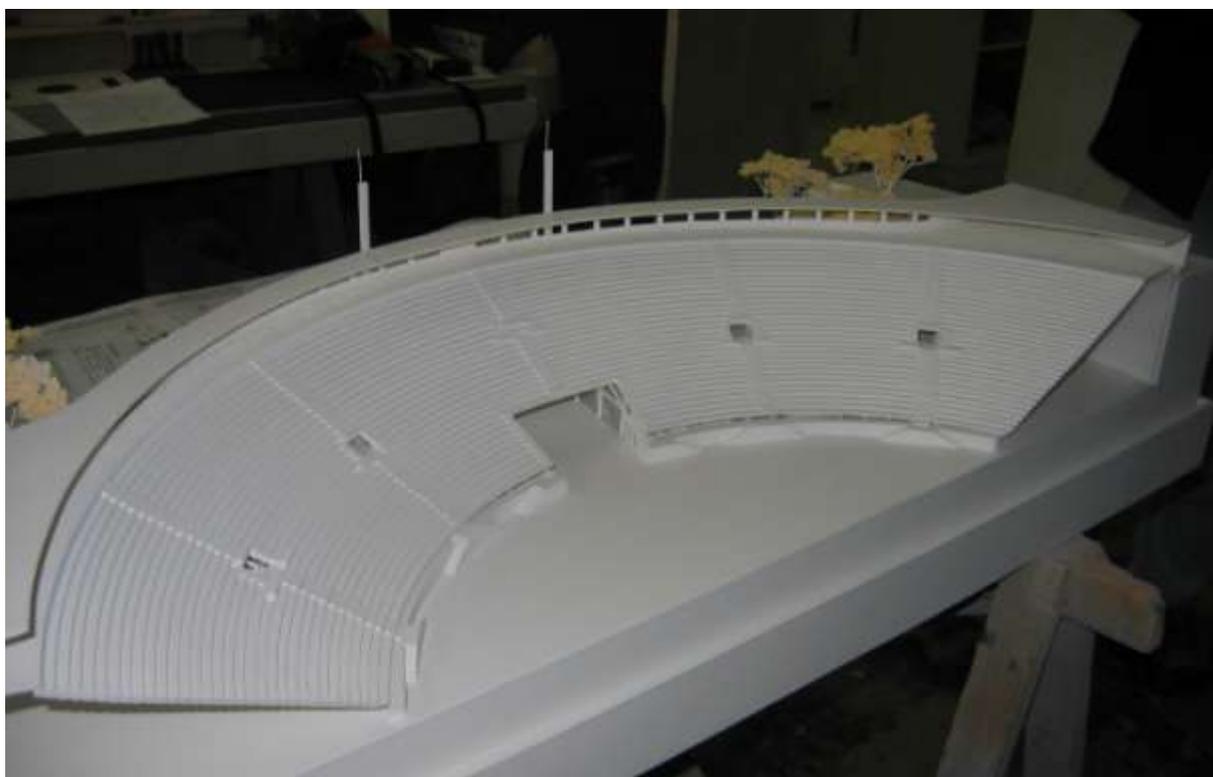
Fonte: Projeto Legal de Arquitetura, MMA (2006)

Figura 31 – MF: Perspectiva do conjunto de áreas ocupadas pelo Museu demonstrando os quatro pavimentos do ponto de vista posterior, através da arquibancada do Estádio



Fonte: Projeto de Arquitetura, MMA (2006)

Figuras 32 e 33 – Maquete do Museu do Futebol e Estádio do Pacaembu



Fonte: Projeto de Arquitetura, MMA (2006)

No caso do MF, o processo se constituiu inicialmente de extensivas pesquisas em órgãos públicos e privados, como o Departamento do Patrimônio Histórico (DPH), da Secretaria Municipal de Cultura, e a Cia. City.

Foram realizadas reuniões gerais de apresentação aos representantes e às equipes técnicas de cada órgão, com a entrega de um Caderno de Apresentação na fase de EV, contendo o registro dos três momentos avaliados: situação quando da inauguração em 1940, estado atual do início dos trabalhos em 2006, e projeto do museu para avaliação preliminar, com seu protocolamento e justificativa da proposta arquitetônica. Ao longo do desenvolvimento do processo, realizaram-se reuniões parciais específicas com as equipes técnicas dos órgãos, recebimento e análise de pareceres, e recebimento e análise das aprovações definitivas.

No desenvolvimento de projetos para empreendimentos do mercado imobiliário e comerciais, em contraponto, pode-se considerar que, uma vez que todas as exigências das legislações foram atendidas, existe grande probabilidade de os projetos serem aprovados nos prazos estipulados pelos órgãos, e que esses prazos podem ser estimados com base em precedências de exemplos de projetos similares.

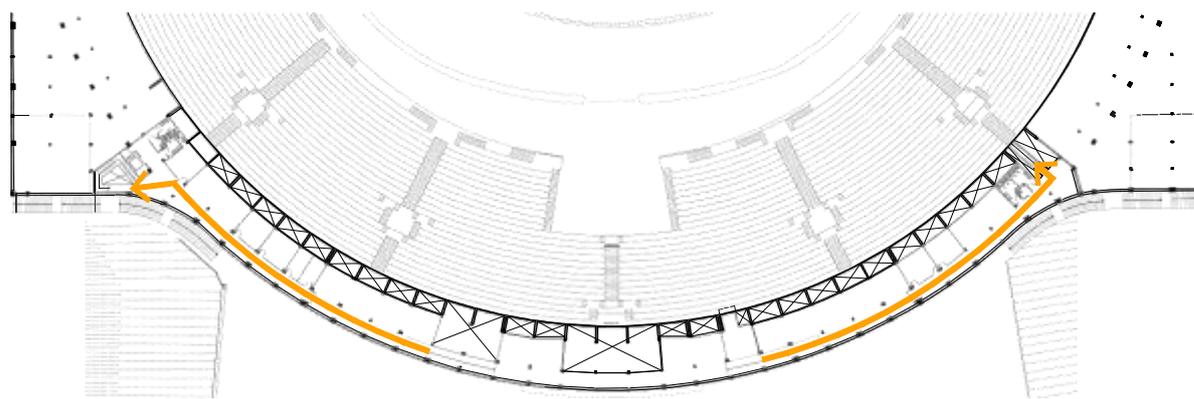
3.2.4 Aprovações – Segurança contra Incêndio

A legislação de segurança contra incêndio vigente em São Paulo para a população prevista e características dos espaços e materiais do MF exigia grande área para suprir as escadas de emergência necessárias, gerando, assim, um grande volume construído, o que reduziria a área expositiva do Museu, além de criar barreiras em sua circulação linear, continuidade espacial e transparência.

Após estudo de diferentes alternativas, encontrou-se uma solução não usual, na qual os dois pavimentos superiores de áreas expositivas seriam considerados pelo Corpo de Bombeiros para fins de segurança contra incêndio como “pavimentos térreos”. Nas duas extremidades de cada um dos dois pavimentos das áreas expositivas do Museu, portas tipo corta-fogo se abririam diretamente para patamares na área externa do Museu que, por sua vez, são conectadas aos espaços públicos da praça e vias periféricas por meio de duas escadas sobre as inclinações dos taludes laterais do Estádio.

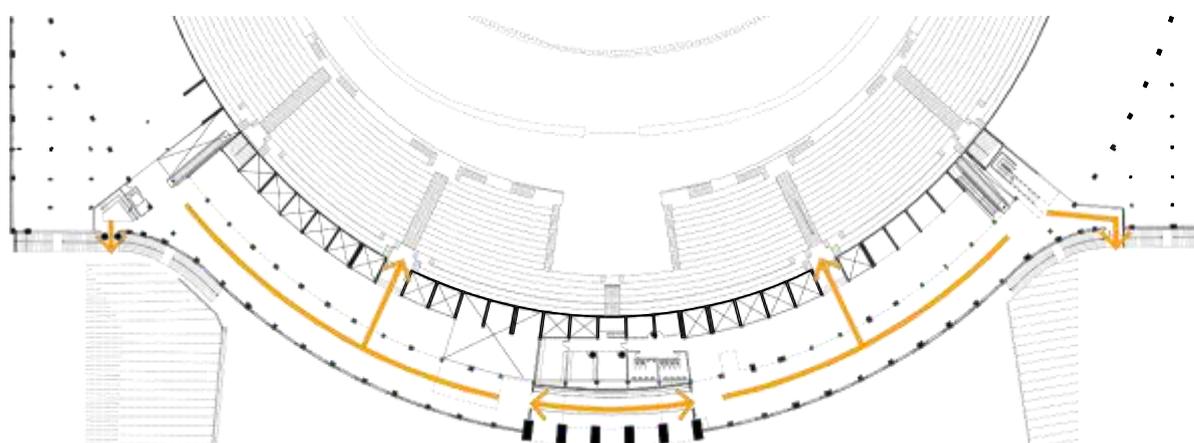
Outra solução encontrada nesse processo foi a instalação de painéis com vidro laminado resistente ao fogo para fechamentos dos vazios entre pavimentos originalmente feitos em paredes de alvenaria de tijolos. O fechamento desses vazios “mezaninos” não poderia impedir a transparência e a percepção dos visitantes da continuidade dos espaços sob a laje da arquibancada e da unidade do edifício tombado.

Figura 34 – Gráfico com plantas do projeto do Museu indicando a solução final para as rotas de fuga aprovada pelo Corpo de Bombeiros



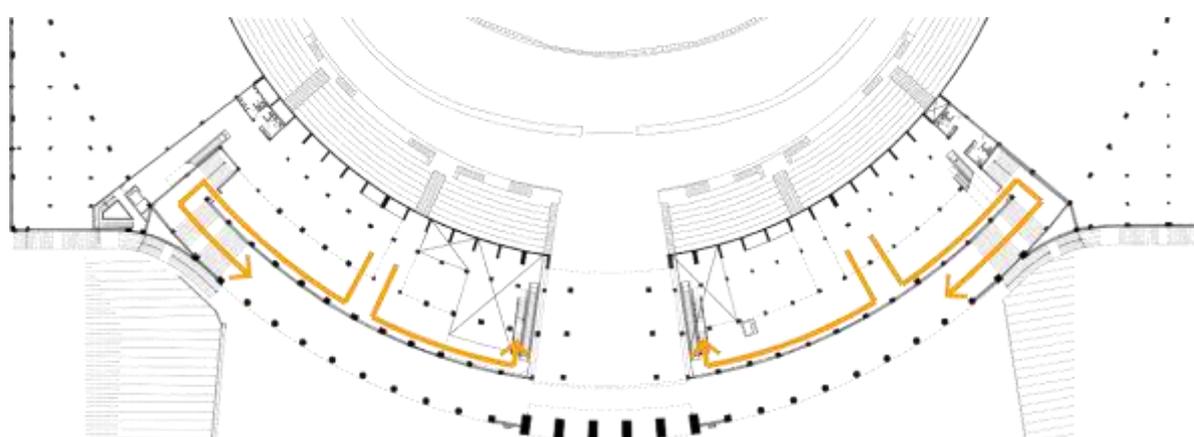
Terceiro pavimento
Áreas técnicas/administração

0 5 10 20



Segundo pavimento
Áreas expositivas

0 5 10 20



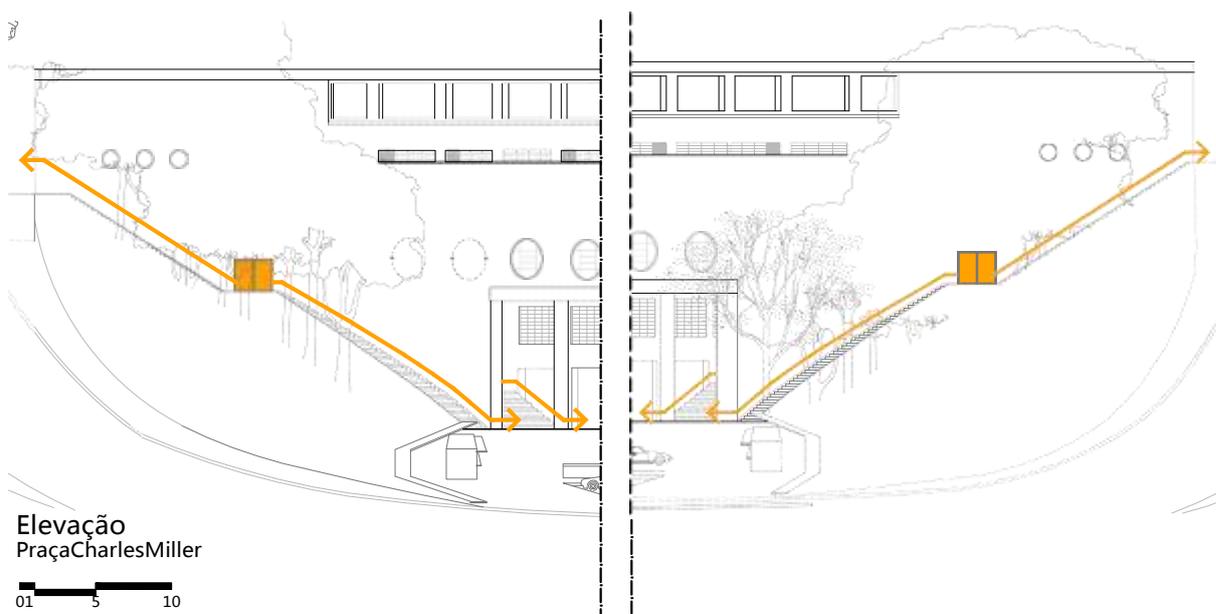
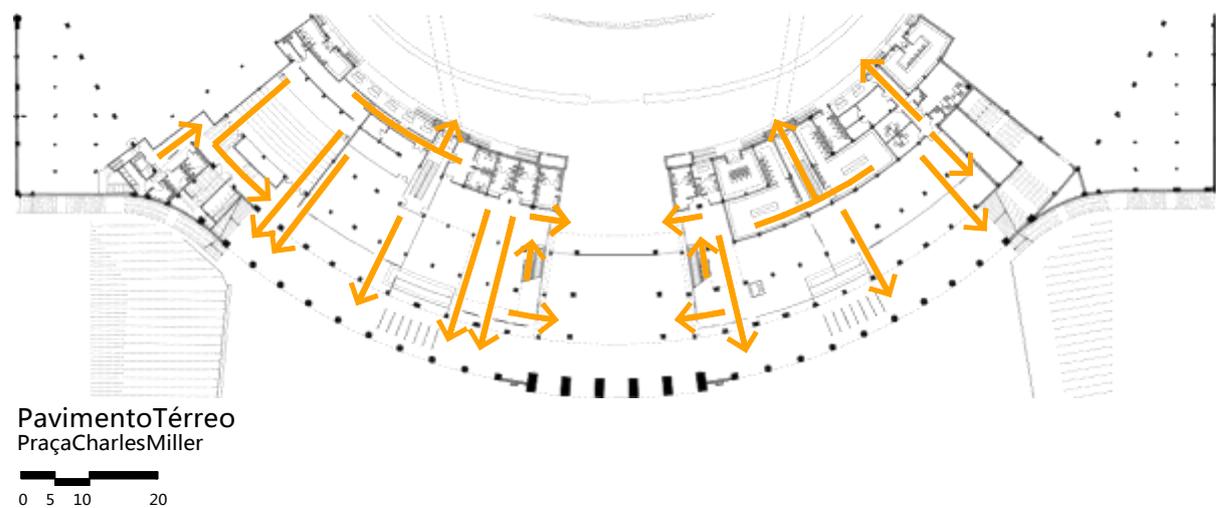
Primeiro pavimento
Áreas expositivas

0 5 10 20

Legenda

 sentido da rota de fuga

Figura 35 – MF: Gráfico com planta e elevações do projeto do Museu indicando a solução final para as rotas de fuga aprovada pelo Corpo de Bombeiros



Legenda

 sentido da rota de fuga

3.2.5 Projeto de Climatização

O desenvolvimento da fase inicial do projeto de climatização em conjunto com a equipe de arquitetura e a Fundação Roberto Marinho (FRM) resultou em quatro versões diferentes de EP.

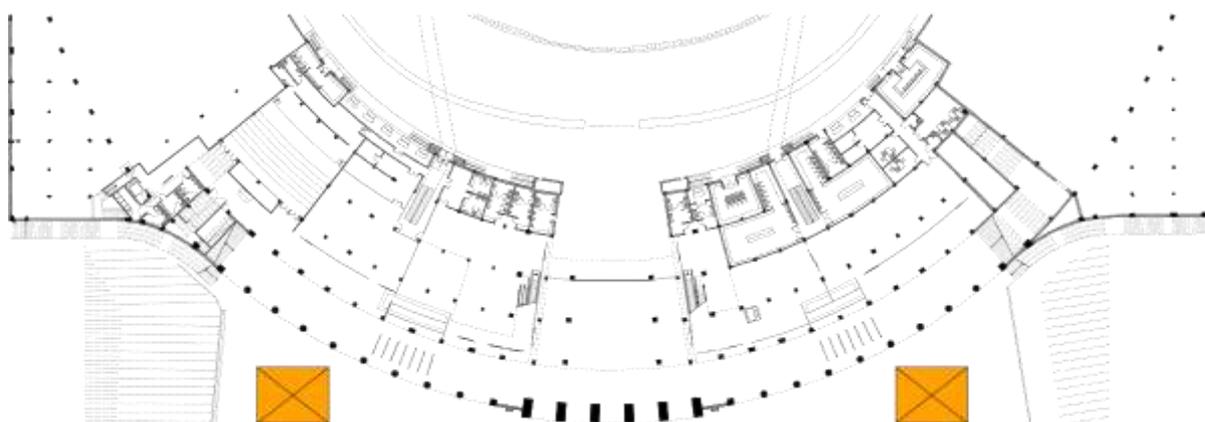
A Versão 01 apresentava solução com grelhas aparentes na fachada monumental tombada e dois poços técnicos enterrados sob a cota do piso da praça Charles Miller, com solução semelhante àquela utilizada em estações de metrô. Essa versão foi rejeitada com base na limitação técnica das distâncias máximas dos dutos de gás refrigerante dos equipamentos e na redução dos potenciais de uso da praça sobre as áreas das grelhas metálicas de fechamento dos poços na cota do piso.

Na Versão 02, a solução vislumbrava dois poços enterrados com grelhas metálicas de fechamento na cota do piso sob os taludes laterais da praça Charles Miller, que dutavam o ar para duas áreas técnicas dentro dos vãos entre as estruturas laterais das arquibancadas e taludes. Essa versão foi rejeitada com base nos critérios de tombamento e na limitação dos custos elevados com escavações e estrutura de concreto com paredes de contenção de terra de até 8,70m.

Figuras 36 e 37 – Imagens da 2ª Fase de Obras – Montagem dos Dutos do Sistema de Climatização

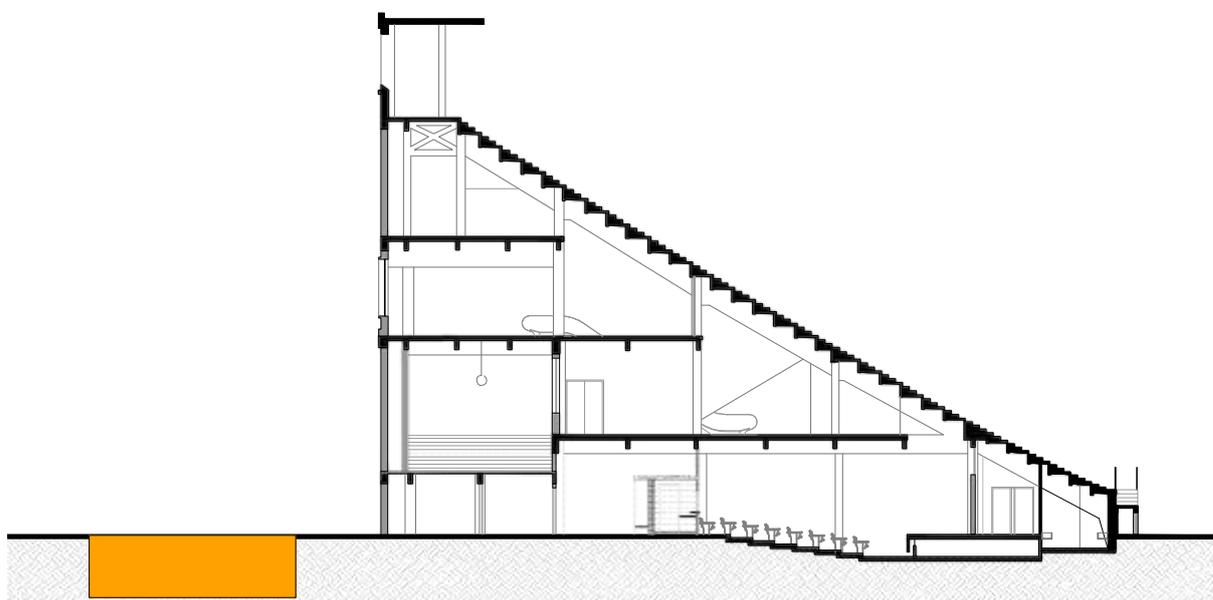


Figura 38 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 01 da solução proposta pelo projeto de Climatização



PavimentoTérreo

0 5 10 20

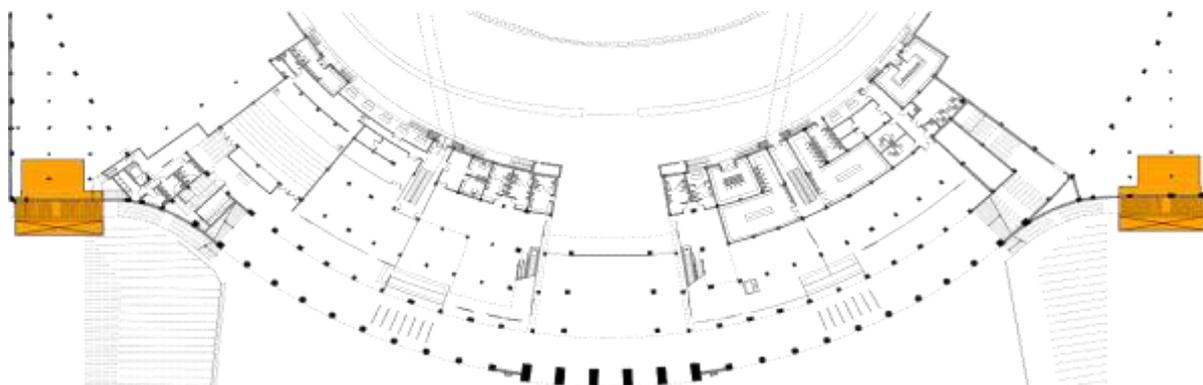


CorteTransversal

0 1 5 10

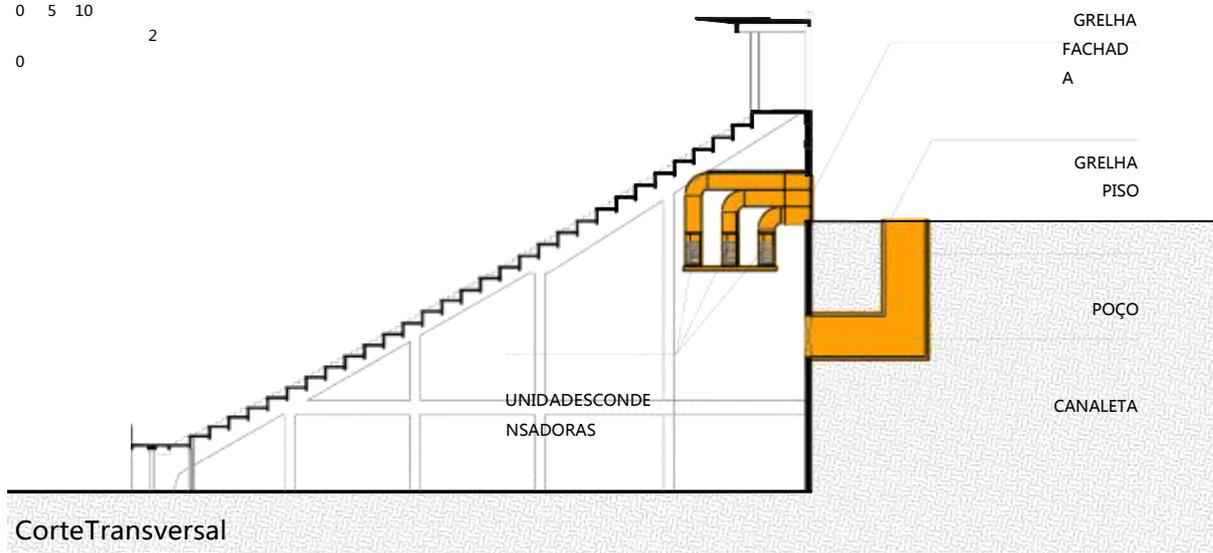
Fonte: Autor (2006)

Figura 39 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 02 da solução proposta pelo projeto de Climatização



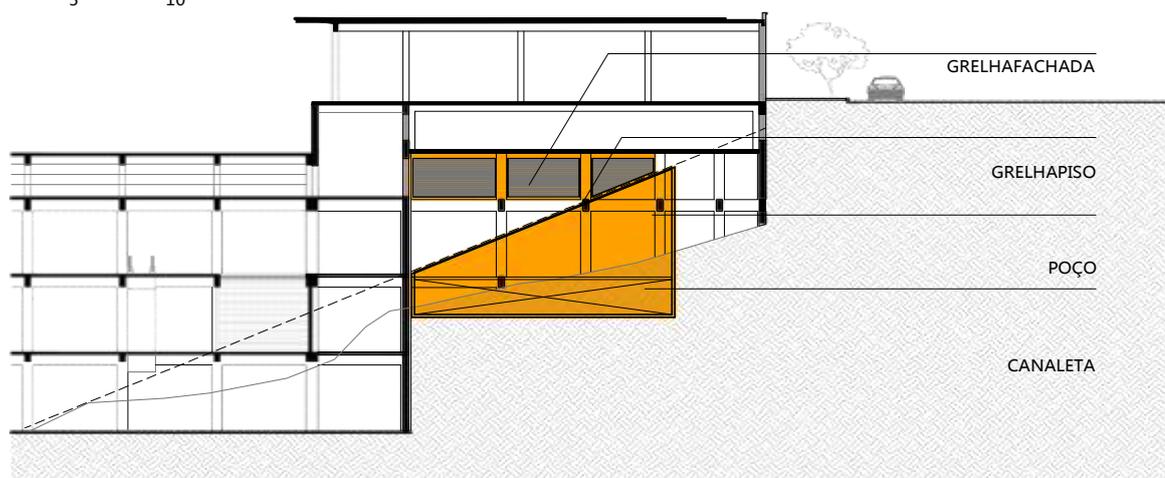
Pavimento Térreo

0 5 10
0 2



Corte Transversal

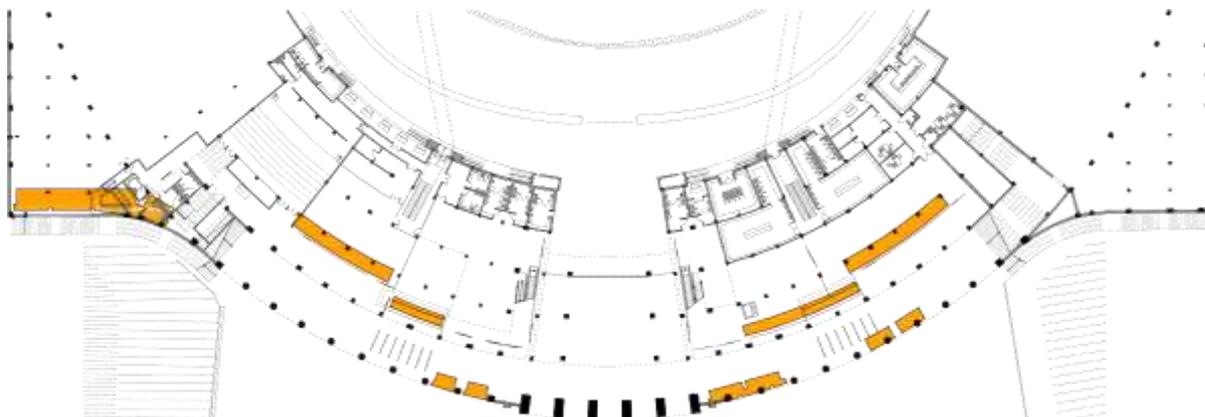
01 5 10



Corte Longitudinal

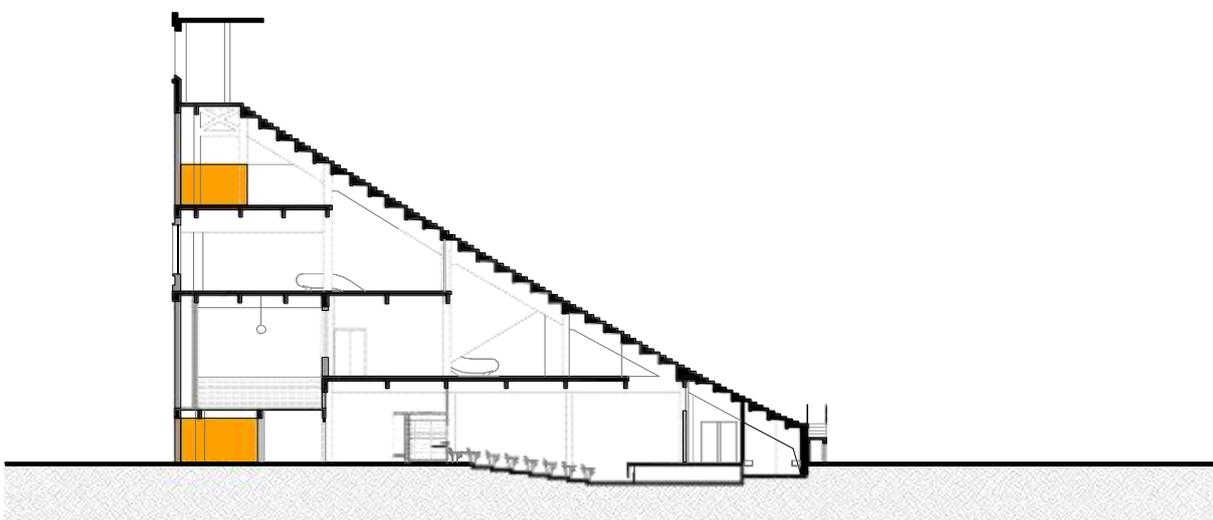
01 5 10

Figura 40 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 03 da solução proposta pelo projeto de Climatização



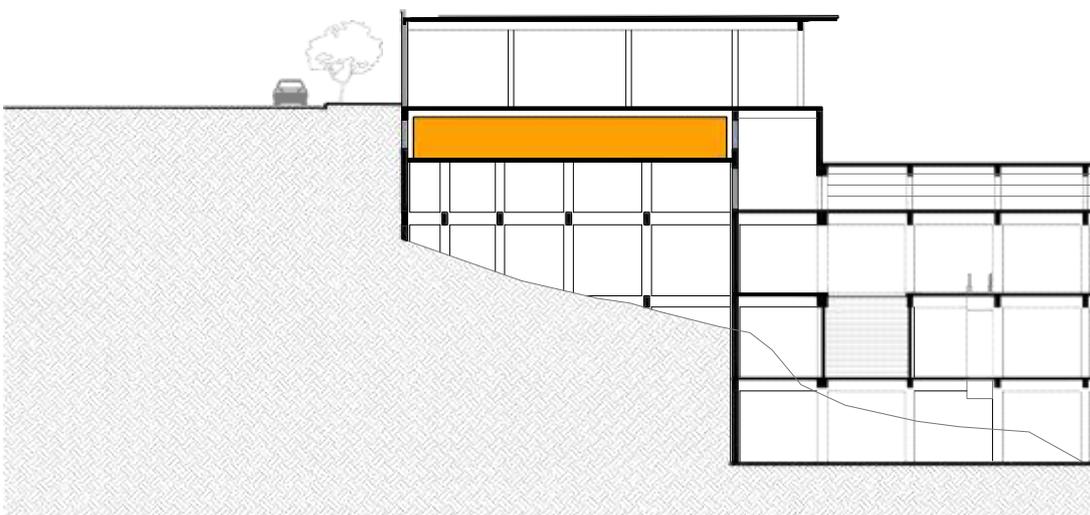
PavimentoTérreo

0 5 10 20



CorteTransversal

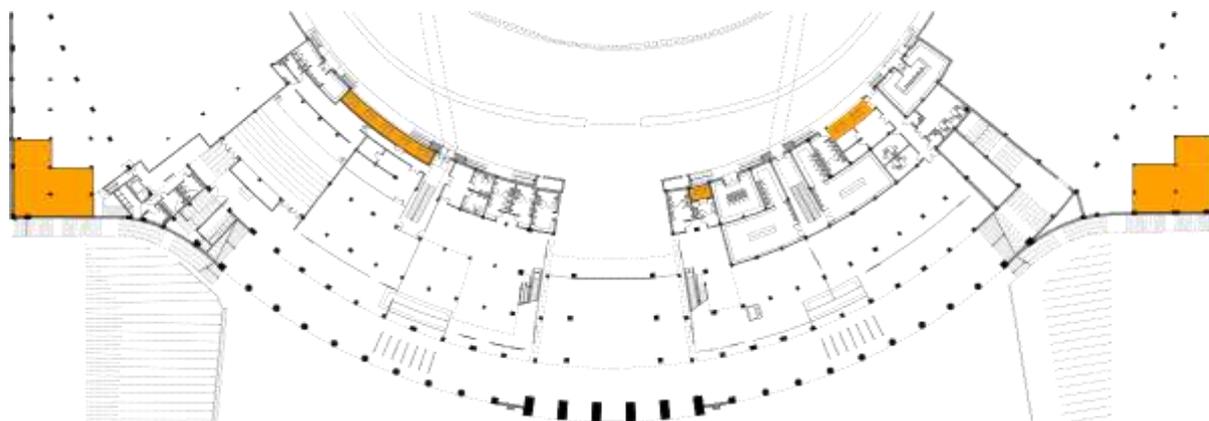
01 5 10



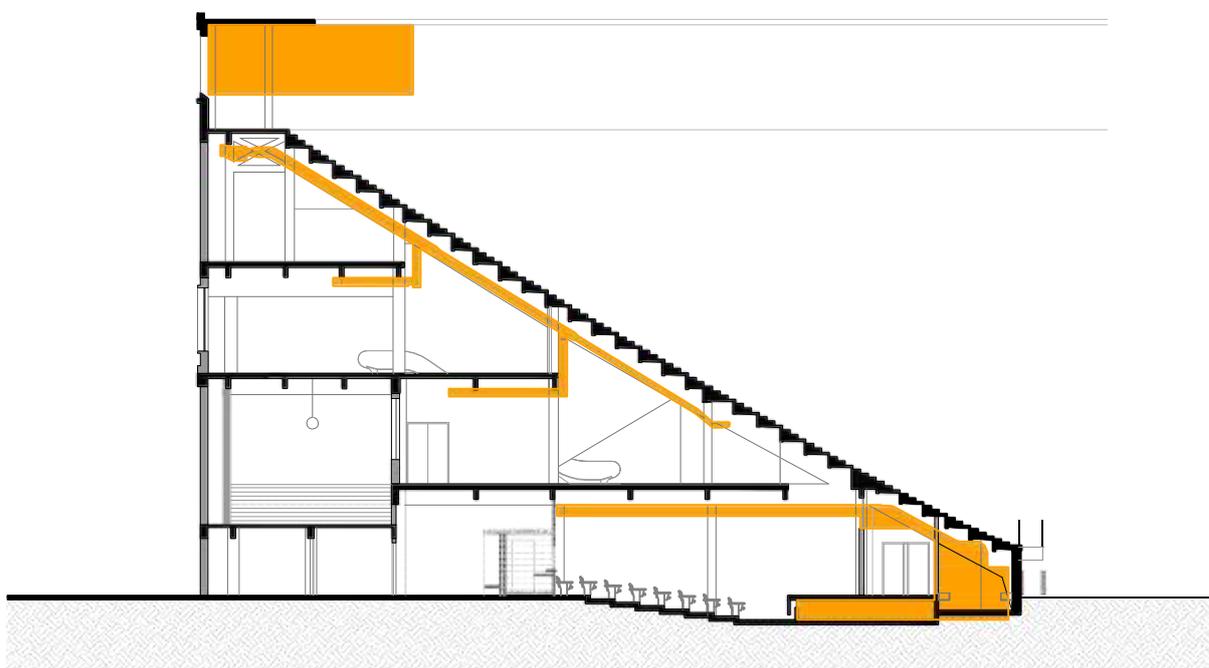
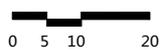
CorteLongitudinal

01 5 10

Figura 41 – MF: Gráfico com plantas e cortes do projeto do Museu indicando a Versão 04 da solução proposta pelo projeto de Climatização



PavimentoTérreo



CorteTransversal



Fonte: Autor (2006)

A solução adotada pela Versão 03 apresentava diversas câmaras técnicas nos forros do pavimento térreo do Museu e grelhas aparentes na fachada monumental tombada no terceiro pavimento, também levando o ar para áreas técnicas dentro do vão da estrutura lateral leste das arquibancadas. Essa versão foi rejeitada com base nos critérios de tombamento e flexibilidade de uso dos ambientes do pavimento térreo.

Na Versão 04, aprovada como a solução definitiva e que teve continuidade no desenvolvimento do AP, duas centrais de climatização foram locadas nas coberturas das lanchonetes das arquibancadas em mezaninos técnicos com estrutura metálica, com aberturas para ventilação na laje de cobertura e nas duas fachadas laterais do Estádio, concentrando os sistemas *Variable Refrigerant Volume* (VRV) que atendiam os três pavimentos superiores. Para solucionar a climatização do pavimento térreo, foi proposta uma solução em sistema tipo “Splitão”, conciliando, dentro das possibilidades, o máximo de eficiência energética e conforto ambiental com as condicionantes dos critérios estabelecidos pelos órgãos do patrimônio e objetivos do projeto de arquitetura. Nessa solução, foram propostas intervenções pontuais em trechos de alguns caixilhos originais do 3º pavimento e foi proposta uma faixa horizontal de grelhas para a troca de ar na mureta do anel interno do Estádio, entre arquibancada e campo.

Para os caixilhos originais, os órgãos do patrimônio aprovaram uma solução que impede a sua descaracterização. No alto da fachada, por exemplo, as janelas das extremidades do 4º pavimento tiveram os vidros retirados e caixilhos restaurados, e foram transformadas em grandes plenos do sistema de climatização, acopladas a dutos pintados de preto no lado interno, imperceptíveis, dessa forma, do ponto de vista da praça, mantendo a característica dos caixilhos originais da fachada do Estádio. Conforme já abordado em Melhado (2001), “trata-se essencialmente de reconhecer que o projeto é um processo interativo e coletivo”.

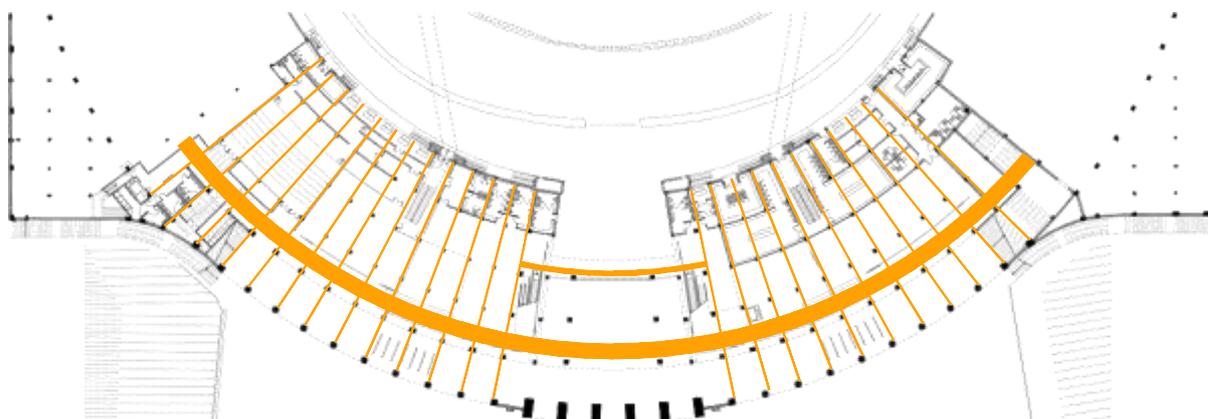
3.2.6 Solução para Instalações Aparentes

Durante a fase de projeto Pré-Executivo, adotou-se a decisão de projeto de tornar aparentes todas as instalações e sistemas, com elementos desenhados sob medida,

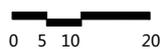
ao invés de sistemas industrializados considerados padrão de mercado.

Essa decisão representou o maior impacto no planejamento inicial do processo de projeto, resultando em aumento considerável no escopo de trabalho da empresa projetista de arquitetura, dificuldade de atendimento dos prazos inicialmente estimados e prejuízo financeiro.

Figura 42: MF – Gráfico com planta e cortes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes

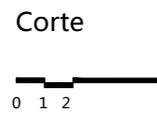
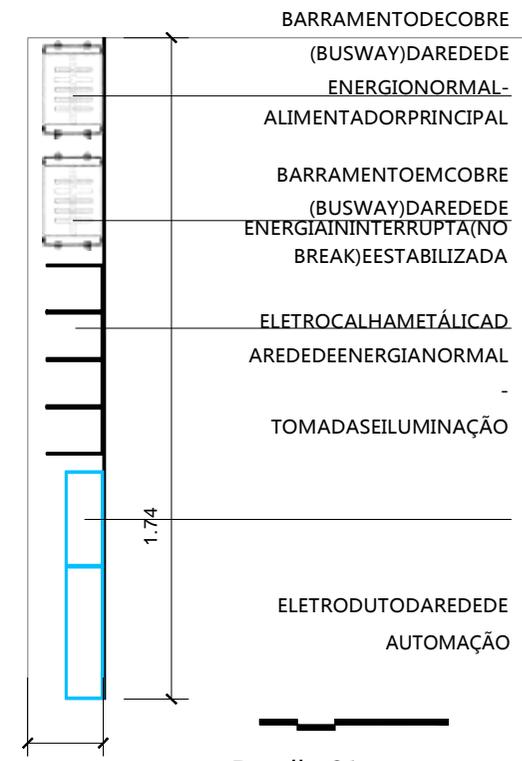
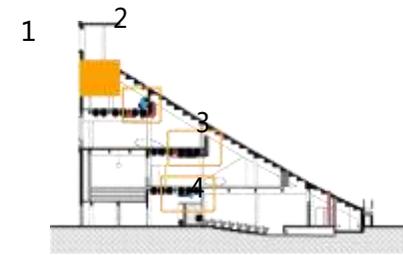
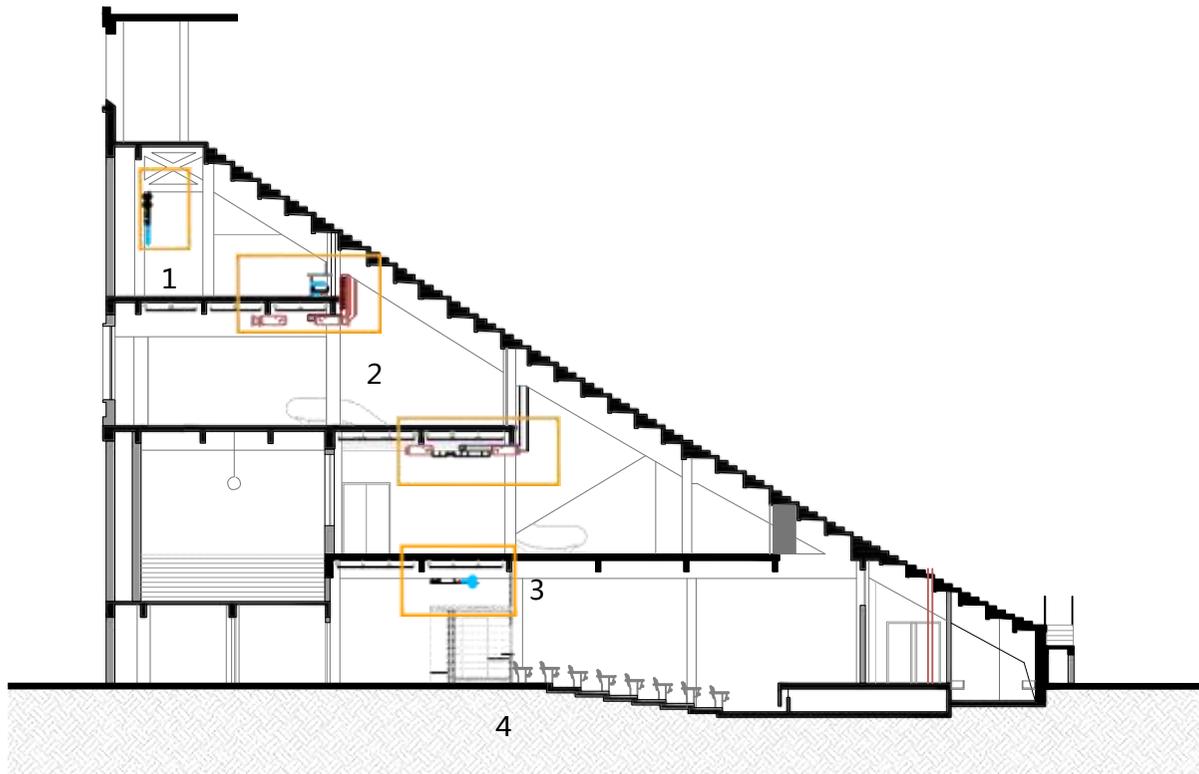


Pavimento Térreo



Fonte: Autor (2016)

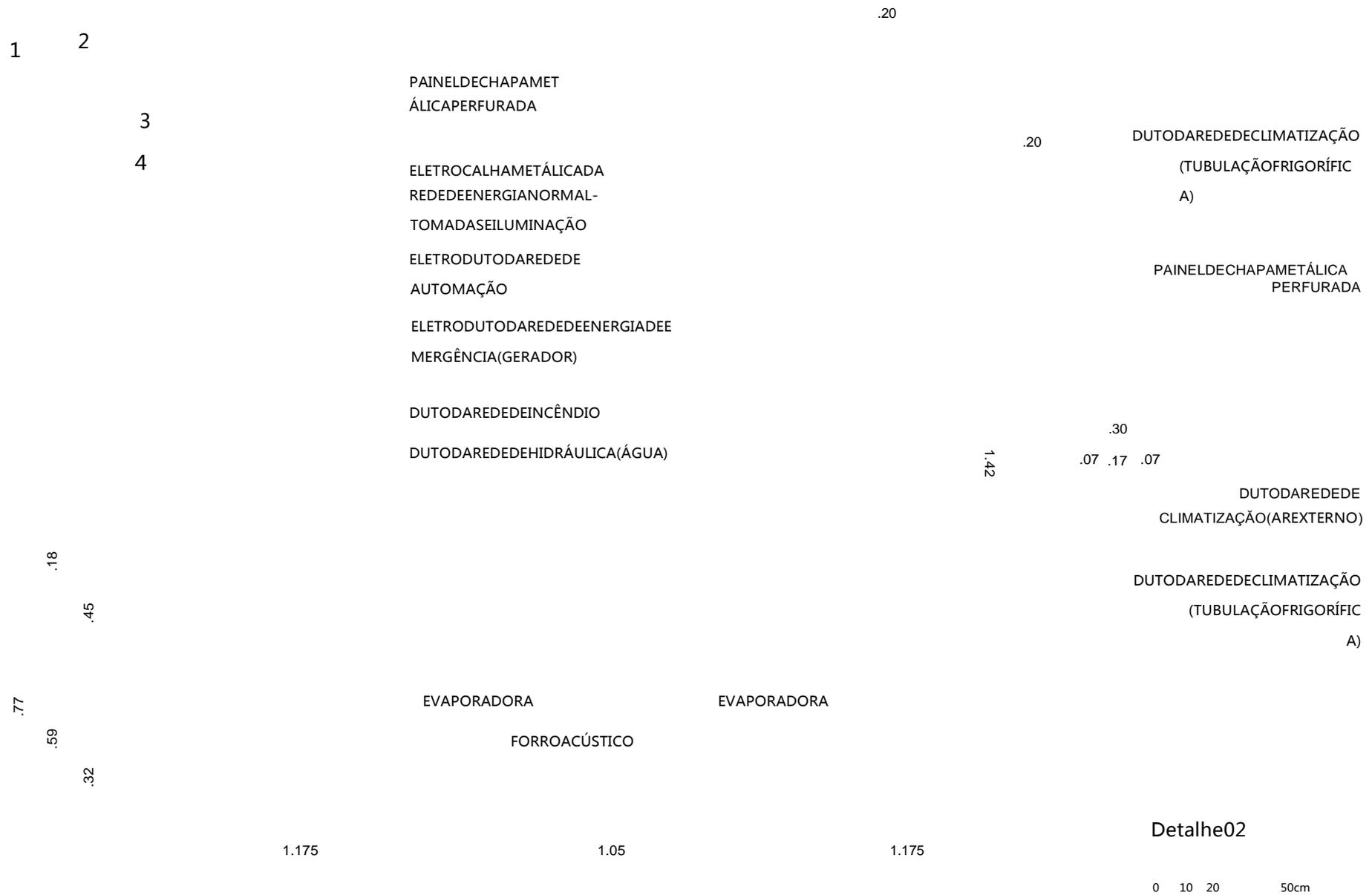
Figura 43: MF – Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para alocação das redes de instalações aparentes

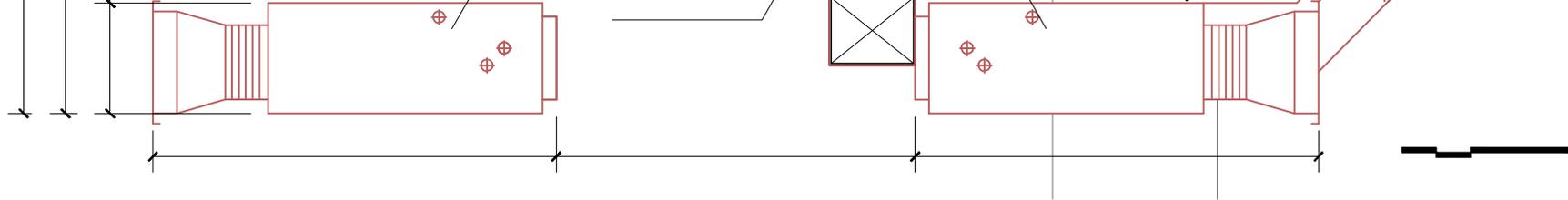


5
 Fonte: Autor (2016)

.20

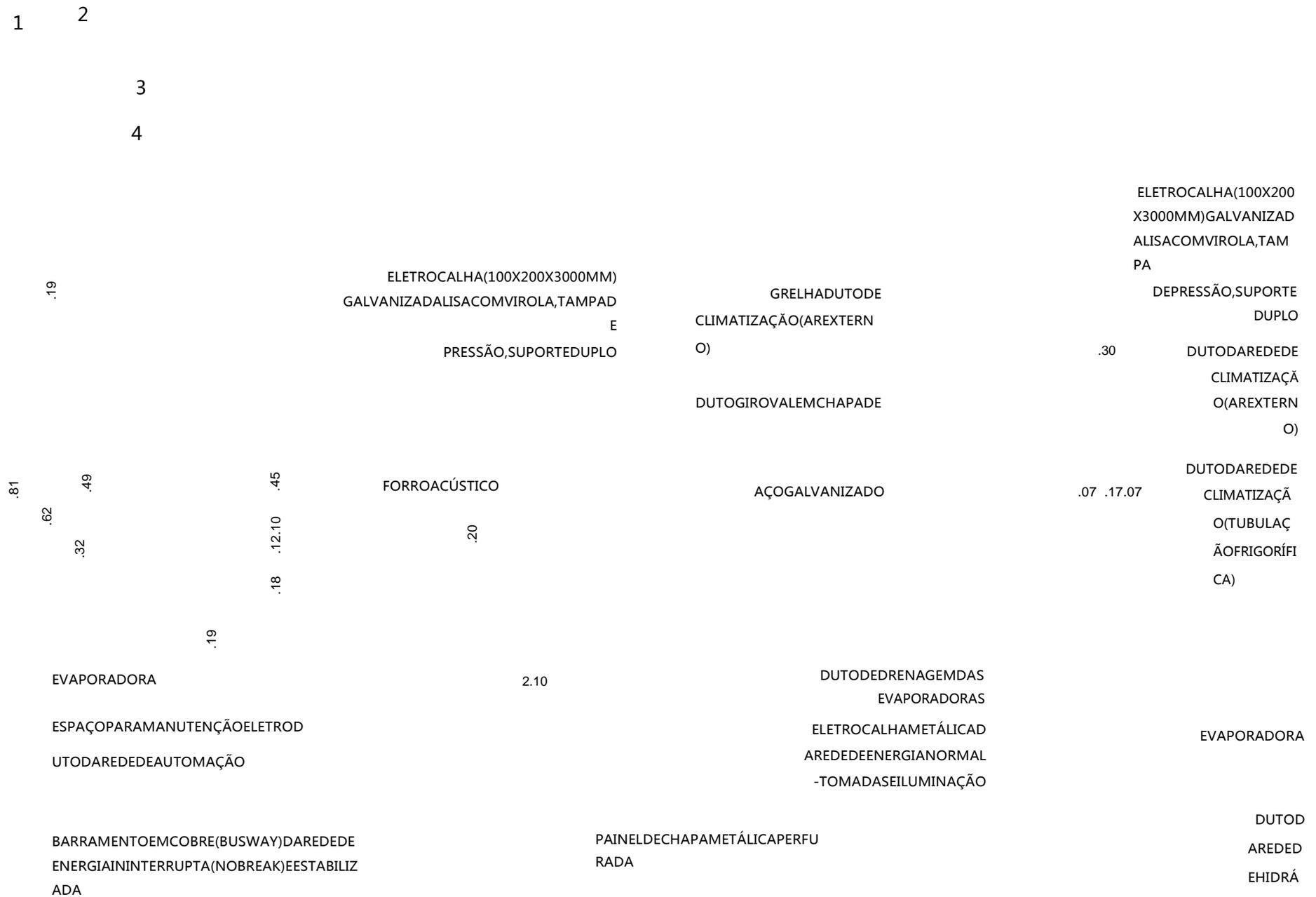
Figura 44 – MF: Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes

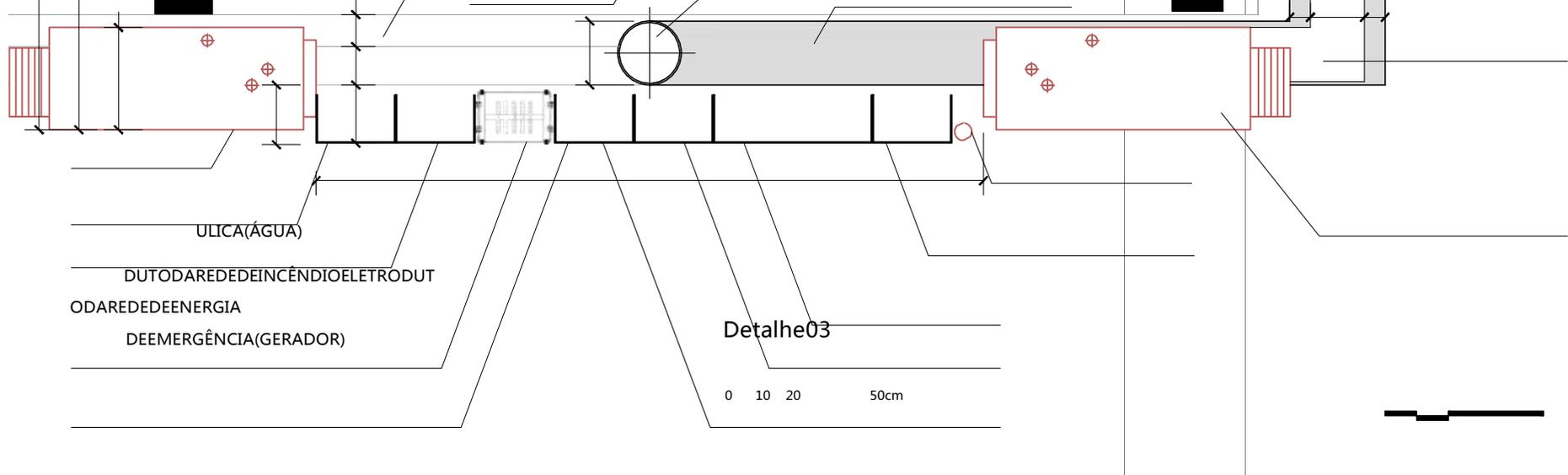




Fonte: Autor (2016)

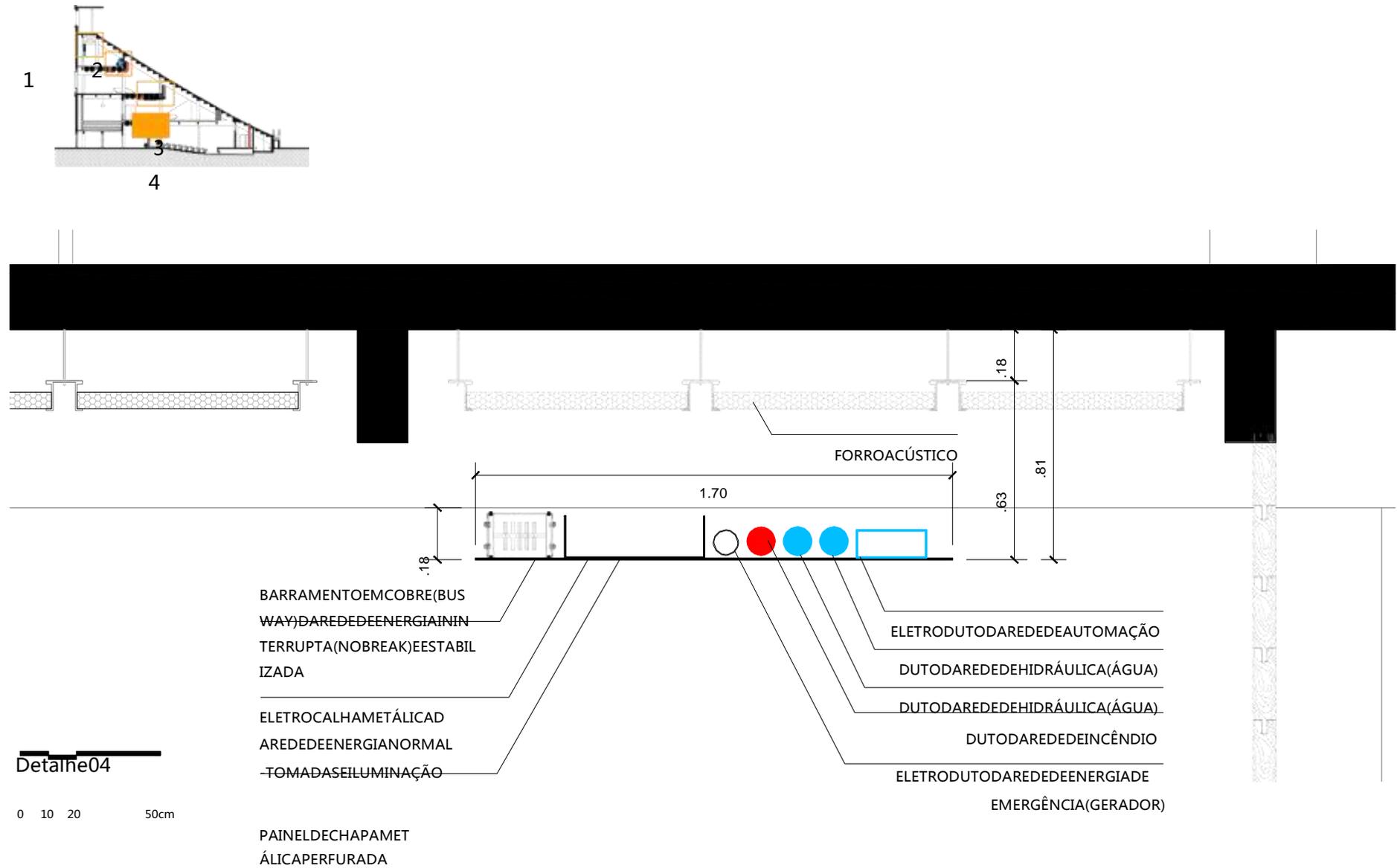
Figura 45 – MF: Corte e detalhes do projeto do museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes





Fonte: Autor (2016)

Figura 46 – MF: Corte e detalhes do projeto do Museu indicando as diretrizes de arquitetura para a locação das redes de instalações aparentes



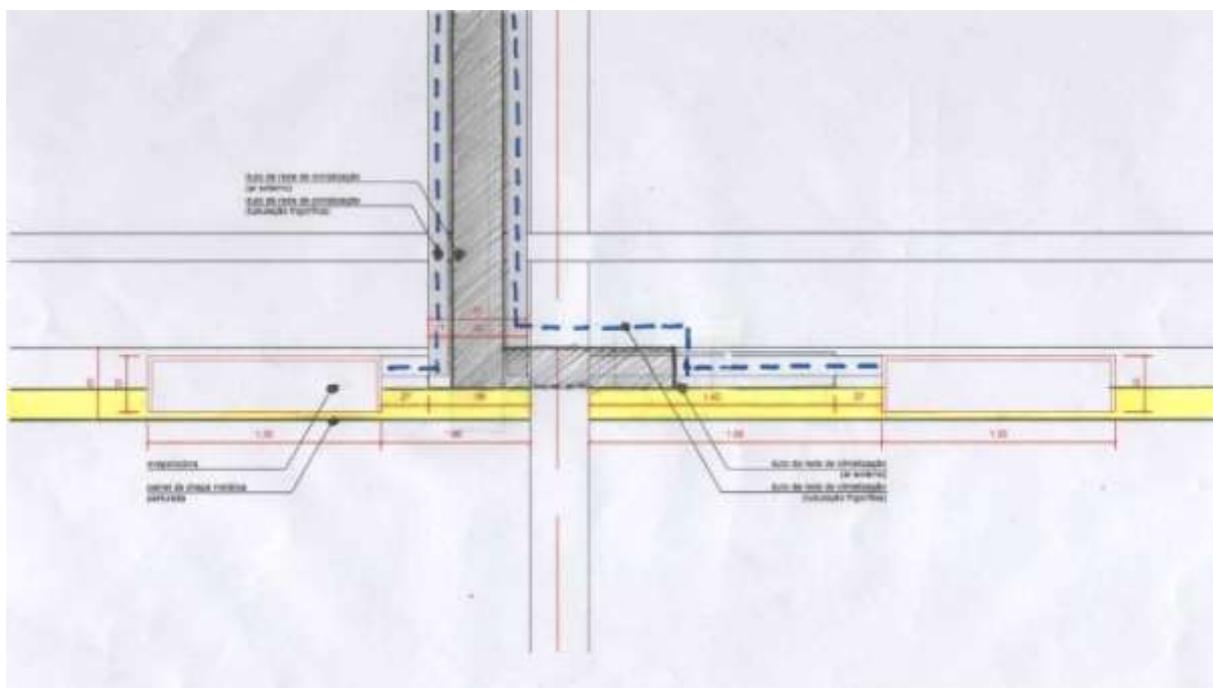
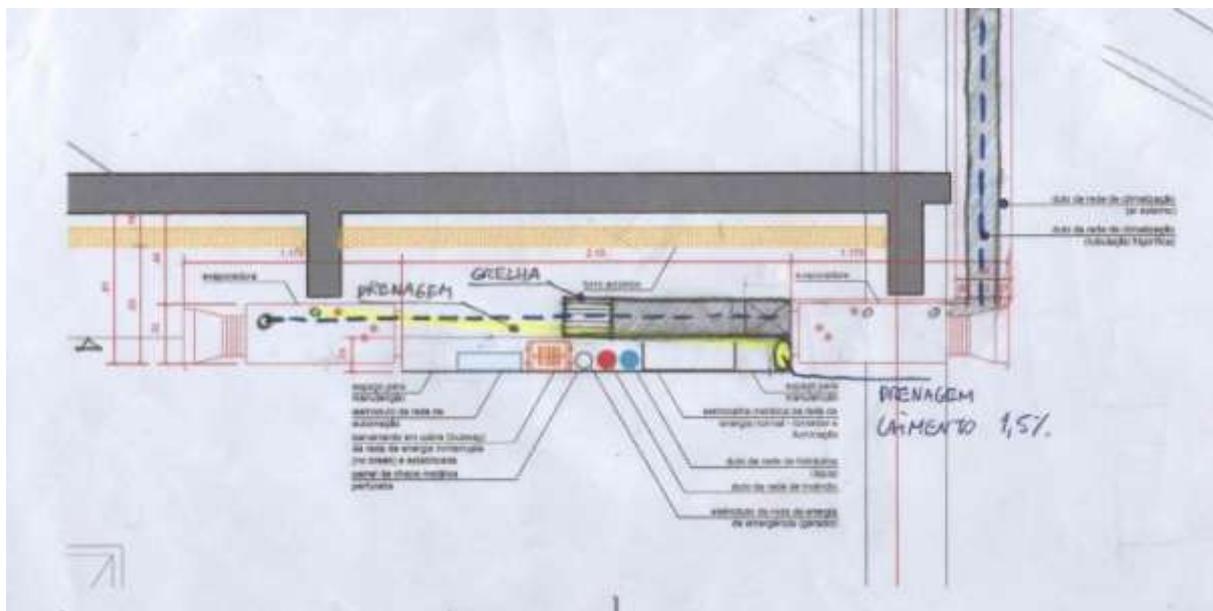
Fonte: Autor (2016)

Figuras 47 e 48 – MF: Croquis de Compatibilização do Projeto de Climatização



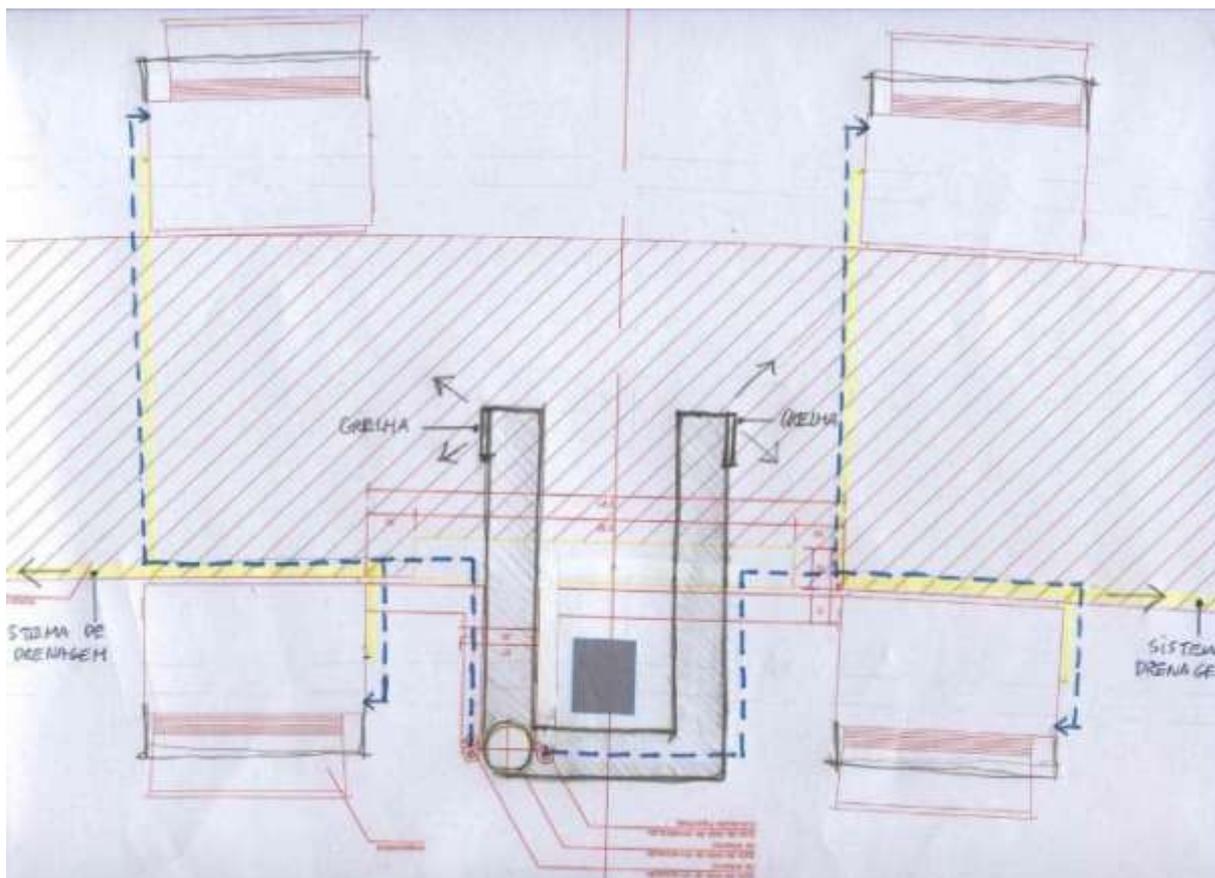
Fonte: Projeto Pré-Executivo de Arquitetura – MMA (2007)

Figuras 49 e 50 – MF: Croquis de Compatibilização do Projeto de Climatização



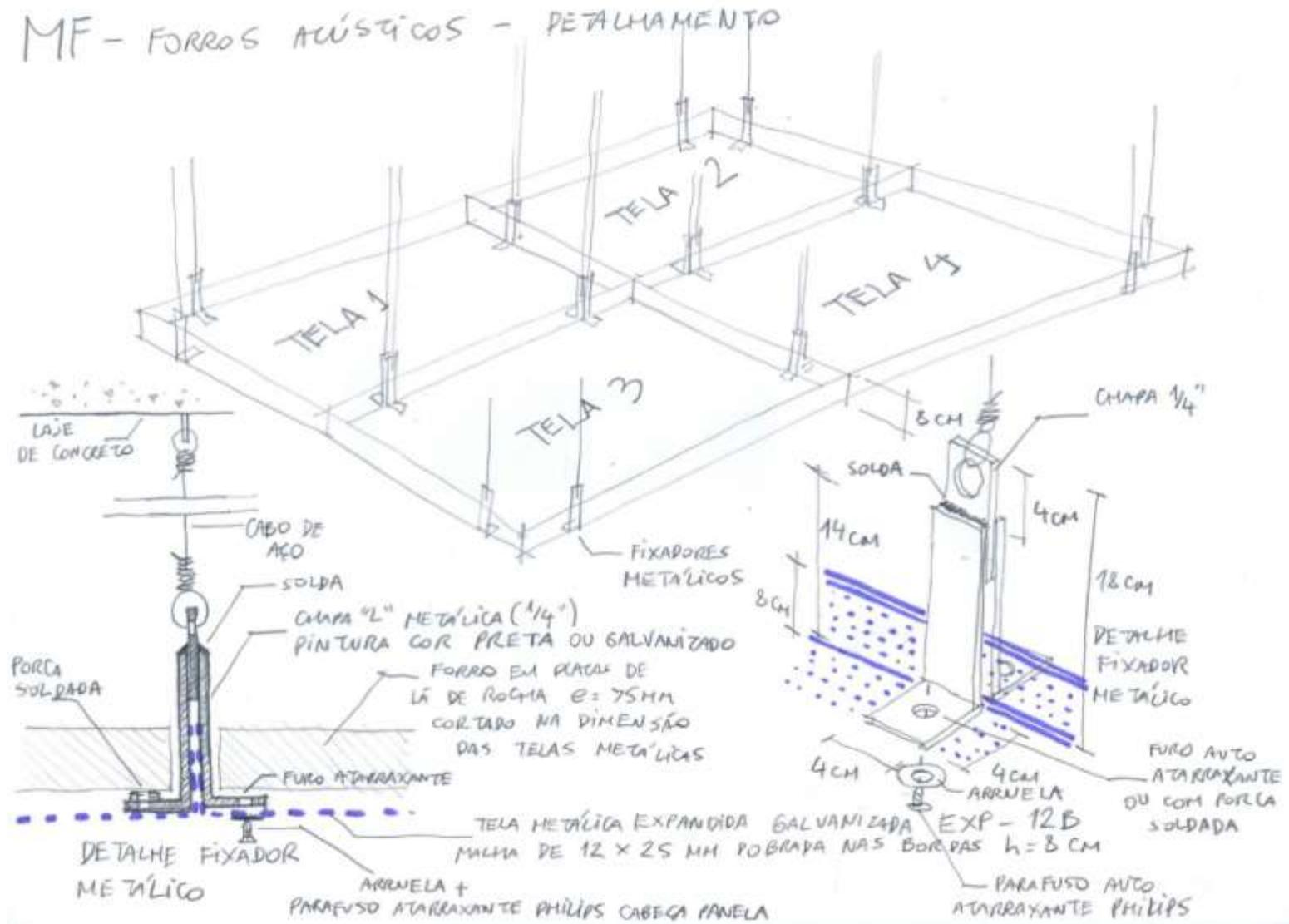
Fonte: Projeto Pré-Executivo de Arquitetura, MMA (2007)

Figuras 51 e 52 – MF: Croquis de Compatibilização do Projeto de Climatização



Fonte: Projeto Pré-Executivo de Arquitetura – MMA (2007)

Figura 53 – MF: Croquis da solução para os Painéis Acústicos



Fonte: Projeto Pré-Executivo de Arquitetura, MMA (2007)

Figuras 54 e 55 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação dos Painéis Acústicos



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Esse item foi de tamanha importância que, no Projeto Executivo definitivo, das 152 pranchas formato A0, 49 contém desenhos referentes à estas instalações, e destas, oito pranchas se referem exclusivamente ao detalhamento e soluções para as instalações aparentes, para as quais foi criada uma nova série específica numeração de pranchas do projeto. Tem-se, portanto, 32% das pranchas do projeto executivo final contendo detalhamento sobre tais componentes e soluções.

Para atendimento a essa demanda do projeto, numa primeira fase, o projeto de arquitetura definiu os caminhamentos de instalações aparentes através dos espaços do museu e sua hierarquia de distribuição em troncos principais e suas ramificações primárias e secundárias. Nessa fase, solicitou-se a cada empresa projetista uma estimativa aproximada do volume em seção transversal necessária ao atendimento das demandas de seu projeto em cada área do Museu.

Na fase seguinte, elementos como eletrocalhas, dutos tipo Giroval, tubulação em tubos aço galvanizado, seus encontros e conexões, foram desenhados e incorporados no projeto de arquitetura a fim de serem enviados para uma completa compatibilização junto a cada projetista. Esses elementos foram posteriormente revisados pela arquitetura para sua versão final no projeto executivo.

Para manter uma linguagem coerente para todo o Museu, além dos sistemas de instalações, alguns equipamentos industrializados tiveram que ser modificados. Um exemplo são as carenagens dos equipamentos de climatização, que foram retiradas para expor seus mecanismos internos, implicando na perda da garantia pelo fabricante Carrier. Essa decisão das equipes de arquitetura e museografia foi aprovada pela FRM, bem como os revestimentos laterais das escadas rolantes executados em chapas rebitadas de aço galvanizada na mesma linguagem simples, não rebuscada, de mobiliário urbano, do restante do Museu e seus equipamentos.

3.2.7 Projetos Estruturais

Ao longo do desenvolvimento do projeto de arquitetura, tornou-se evidente a necessidade da utilização de soluções estruturais não previstas no planejamento inicial, tais como demolições de grandes trechos de lajes, vigas, escadas e até a supressão de pilares para dar lugar aos espaços museográficos e auditório, assim

como a utilização de técnicas não usuais, como estruturas em madeira.

As estruturas em pranchas de madeira maciça foram a solução encontrada para solucionar demandas, como por exemplo, das três passarelas de acesso atirantadas à estrutura original de concreto, por suas qualidades de desempenho acústico, de leveza estrutural, menor impacto de sobrecarga na estrutura original do Estádio e baixo impacto ambiental. Essa decisão levou à divisão do pacote do projeto de estruturas em três grandes grupos: reforços estruturais e estruturas convencionais e protendidas em concreto armado; estruturas metálicas; e as estruturas de madeira, que seriam desenvolvidas, projetadas e fornecidas por outra empresa detentora de grande tradição em construção em estruturas de madeira maciça.

Na fase de detalhamento dos projetos estruturais, houve um conflito de abordagens em relação à segurança das estruturas de madeira. A responsabilidade técnica era da empresa de cálculo estrutural de estruturas e fundações de concreto armado e estruturas metálicas, a qual assinava pela totalidade do projeto do Museu e intervenções no Edifício do Estádio do Pacaembu.

A empresa projetista e fornecedora das estruturas em madeira, por sua prática empírica e método próprio de cálculo para esse tipo de estrutura, propôs uma estrutura mais simples, com fixação dos guarda-corpos com parafusos em apenas um eixo. A empresa projetista, responsável técnica pelo projeto estrutural, por sua vez, demonstrava que, no método tradicional de cálculo, seriam necessárias fixações em dois eixos. A cliente FRM decidiu, então, por adotar a opção mais conservadora e executar os reforços metálicos nas estruturas de madeira.

A decisão por estruturas em madeira teve desdobramentos em todas as etapas seguintes do desenvolvimento dos projetos, inclusive na execução das obras com a necessidade da montagem de uma oficina de carpintaria em obra.

Em relação ao Auditório do Museu, houveram diversos estudos e soluções para a sua locação, de forma que possuísse dimensões mínimas para garantir a abertura visual necessária e curva de visibilidade da plateia sem o bloqueio do plano do palco e tela de projeção por nenhum pilar. A primeira versão propunha que ficasse no 3º pavimento, inserido no vão existente entre a inclinação do talude lateral e a

cobertura da laje da arquibancada, mas decidiu-se, em conformidade com os órgãos do patrimônio, que seria imprescindível que fosse diretamente conectado ao espaço urbano da Praça Charles Miller.

Essa solução significava o esforço de remoção de três pilares e seus respectivos blocos de fundação da estrutura original, que suportava não só a carga própria das lajes de concreto de um trecho das arquibancadas, como também o peso de multidão da torcida em movimento sobre ela. A solução encontrada foi a execução de três grandes vigas protendidas de concreto no teto do Auditório e o tratamento dos blocos laterais de fundação, para que ficassem aparentes no ambiente interno da platéia.

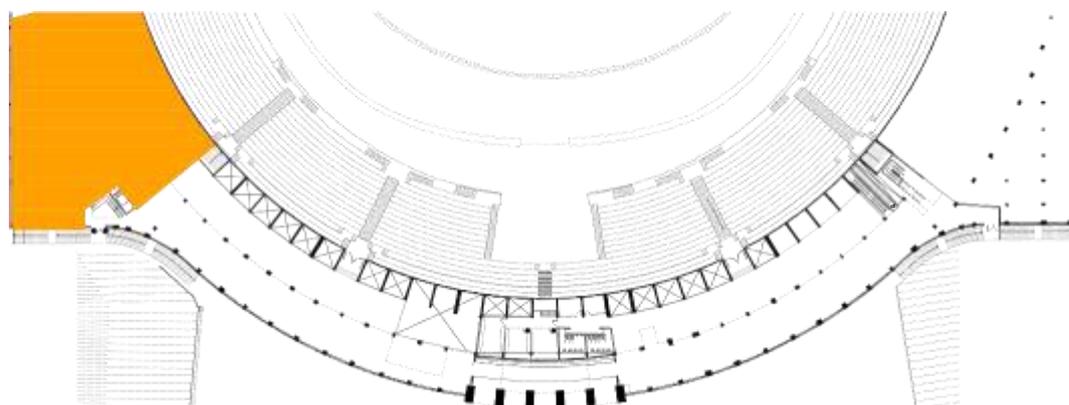
O espaço museográfico da Sala da Exaltação, ambiente escuro com projeções e sons das diferentes torcidas do futebol, havia sido planejado para ser a primeira sala da visita no 1º pavimento do Museu. Com o início da primeira fase de obras e remoção de alvenarias, revelou-se que o espaço do vão existente entre a inclinação do talude lateral e a cobertura da laje da arquibancada do lado leste do estádio era muito maior do que o do lado oeste, que já era acessível no início dos projetos. Além de ser maior do que o esperado, esse espaço possuía características muito interessantes, como a visão de toda a estrutura aparente de pilares e vigas de sustentação das arquibancadas e uma perspectiva infinita, uma vez que seus limites não eram visíveis. Surgiu, de imediato, a ideia de que esse espaço precisava ser aproveitado para uma experiência museográfica, e que a melhor sala para ocupar essa câmara naturalmente escura seria a Sala da Exaltação. Para tanto, foi necessária a instalação de portas giratórias e câmaras para proteção de projetores, já que essa era a única área expositiva que não poderia ser climatizada com temperatura e umidade controladas.

Essa decisão conjunta da FRM e equipes de projetistas de arquitetura e museografia gerou o principal aumento no orçamento do projeto inicialmente planejado.

O escopo de trabalho do projeto estrutural sofreu, assim, aumentos de duas ordens: por um lado, os referentes aos reforços estruturais em blocos fundações, muros de arrimo para contenção e soluções para drenagem dos dois taludes laterais cobertos pela estrutura original, impossíveis de serem previstos e quantificados até o início da

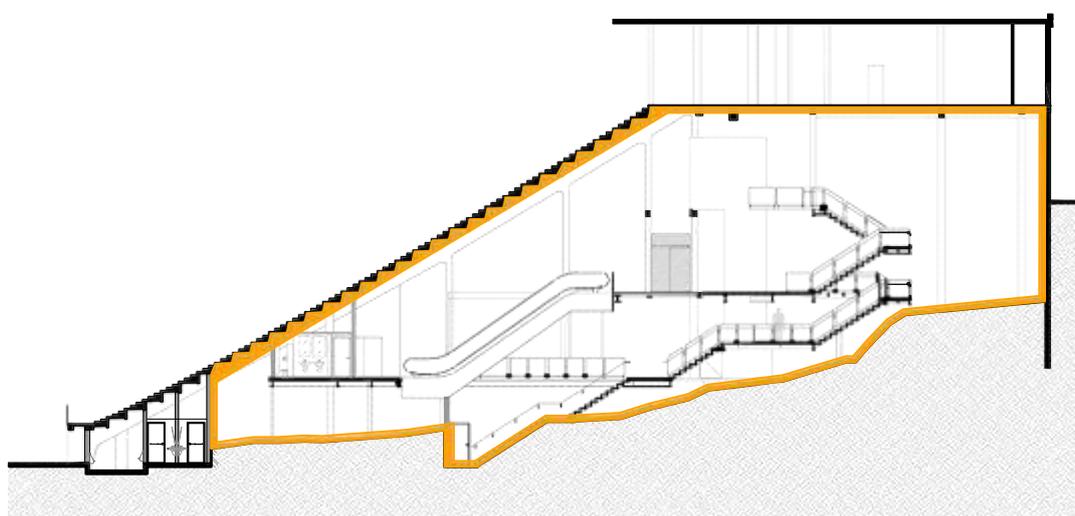
primeira fase de obras, a remoção de alvenarias e escavações das fundações originais para realizar prospecções; por outro lado, foram os aumentos decorrentes das complexas decisões de projeto para as passarelas atirantadas, demolições de grandes trechos de estrutura de concreto original e o Auditório, além das respectivas aprovações dessas soluções, segundo a avaliação dos órgãos do patrimônio.

Figura 56 – MF: Gráfico com planta e cortes do projeto do Museu indicando a volumetria dos espaços da câmara sob estrutura que recebeu a Sala da Exaltação



Salaexaltação
Planta

0 5 10 20



Saladaexaltação
Planta

0 1 5 10



Saladaexaltação
Cortelongitudinal

0 1 5 10

Figuras 57 e 58 – Imagens da 1ª Fase de Obras – Reforços Estruturais



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figuras 59 e 60 – MF: Imagens da 1ª Fase de Obras – Demolições



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figura 61 – MF: Imagem da 2ª Fase de Obras – Montagem dos Tirantes da Passarela



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figuras 62 e 63 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Estruturas de Madeira



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figuras 64 e 65 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Montagem da Passarela



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figuras 66 e 67–MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Carpintaria de Obra



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

3.2.8 Projeto de Iluminação

Ao longo das fases iniciais de concepção do projeto, foram realizadas diversas reuniões de criação com o grupo inicial de projetistas no Atelier da empresa responsável pelo projeto de Museografia. Participaram dos trabalhos as seguintes disciplinas: Curadoria, Arquitetura, Museografia e Luminotécnica. Essas reuniões estabeleceram as primeiras configurações para os ambientes museográficos internos do edifício e para a iluminação urbana monumental da fachada do Estádio e da Praça Charles Miller.

Dentre três sugestões da equipe de arquitetura, a empresa projetista de Luminotécnica foi escolhida pela FRM com base nos critérios de currículo e preço.

Nessas reuniões, foi se tornando clara uma divergência inesperada entre a abordagem e visão da linguagem e das soluções possíveis para o projeto do Museu da projetista de Luminotécnica e os demais parceiros do grupo de projetistas. Essa divergência talvez possa ser explicada pelo fato de a empresa projetista possuir tradição em projetos de iluminação para o mercado corporativo e habitacional, com repertório de soluções mais padronizadas e já testadas em empreendimentos comerciais, e sem a prática de abrir mão da garantia de fábrica dos fornecedores.

As equipes de Arquitetura e Museografia, por sua vez, buscavam o caminho inverso da experimentação de soluções únicas para as situações do Museu, não necessariamente testadas previamente e, de certa forma, até artesanais, sem tomar por base apenas os produtos de iluminação disponíveis no mercado da construção.

Essa situação culminou na troca da empresa projetista de Luminotécnica pela FRM, com o cancelamento do contrato e abertura de nova concorrência, trazendo prejuízos para o andamento dos trabalhos, conforme o cronograma inicial.

A nova empresa escolhida, por outro lado, com características menos comerciais e mais aberta ao desenvolvimento de soluções não padronizadas, se integrou de forma bastante harmônica ao grupo de projetistas, desenvolvendo o projeto de iluminação com qualidade e unidade em relação aos demais projetos até o final dos trabalhos.

Figuras 68 e 69 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação do Sistema de Iluminação



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

Figuras 70 e 71 – MF: Imagens da 2ª Fase de Obras – Instalação do Sistema de Iluminação



Fonte: Levantamento Fotográfico de Fiscalização de Obras, MMA (2008)

3.2.9 Escritório de Obra

Na 2ª fase das obras, que tratou da execução dos acabamentos e instalação dos equipamentos, foi implantado o escritório de obra da empresa projetista de arquitetura. Diariamente, no período da manhã, realizava-se a visita da equipe de arquitetura do projetista passando por todos os ambientes do Museu para verificação do andamento da execução. Os dados coletados por meio de fotos, croquis e relatórios de obra eram levados ao escritório de obra. No período da tarde, produziam-se relatórios técnicos, desenhos de revisão e *As-built*, em contato direto e em tempo real com o escritório da MMA.

O coordenador geral do projeto de arquitetura foi integrado à obra e criou-se um núcleo de coordenação paralelo, para o desenvolvimento de desenhos do projeto executivo no escritório, uma vez que a obra se sobrepôs à execução do detalhamento do projeto executivo de arquitetura. Reuniões entre gerenciadora, construtoras, grupo de empresas projetistas e cliente eram realizadas conforme a demanda. Uma vez por semana, acontecia uma reunião geral no escritório de arquitetura com os autores do projeto.

Na mesma época, foi implantado um núcleo de arquitetura, também em obra, para desenvolvimento do projeto executivo e compatibilização de museografia em contato direto com a gerenciadora. Essa proximidade gerou benefícios pela facilidade de comunicação entre as equipes e de análise e compatibilização das soluções de projeto. Por outro lado, trouxe também problemas ligados ao gerenciamento do volume de informações produzidas pelos escritórios de obra, dúvidas quanto à autoria e responsabilidade técnica de cada disciplina nas soluções desenvolvidas nesse período de interação direta com a obra, e a liberação de desenhos para execução.

O escritório de obra da equipe de arquitetura dificultou a interação entre os arquitetos autores do projeto; a troca de informações e concepção de soluções de projeto, que eram feitas em reuniões presenciais, passaram a ser feitas por meio de telefonemas e e-mails. Entretanto, acabaram se tornando fundamentais para o inter-relacionamento entre a equipe de projetistas, gerenciadora, FRM e construtoras, e como instrumento de qualificação do processo de obra e resultado final do edifício.

3.2.10 Gerenciadora/ Fiscalização

Na primeira fase do processo de projeto, anterior à contratação da gerenciadora, as reuniões entre o grupo de projetistas e a elaboração das respectivas atas foram coordenadas pela empresa projetista de arquitetura, sob a responsabilidade do coordenador do projeto. Nessa fase, as questões discutidas relacionavam-se às fases iniciais de uma obra, como o levantamento de dados e cadastrais, legislação, programa de necessidades, *benchmarks*, alternativas para soluções de projeto e museografia, populações, fluxos, acessos, circulações, relação com o entorno e espaço urbano, funcionamento, instalações, incluindo eficiência energética e uso racional da água.

Apartir da contratação da empresa gerenciadora, iniciou-se uma segunda fase no processo de projeto, na qual as reuniões entre a equipe de projetistas eram convocadas, agendadas, mediadas, e a ata era elaborada pela gerenciadora, a pedido da contratante FRM.

Verificou-se que as Atas de Reunião produzidas pela gerenciadora para reuniões em que eram discutidas questões relativas à contratações, sondagens, fornecedores, cronogramas, execução e prazos, ou seja, o escopo de trabalho tradicional de uma construtora, continham itens que especificavam decisões tomadas, pendências, empresas responsáveis e prazos.

Por outro lado, as atas que traziam como pauta a apresentação e a discussão de questões específicas de projeto, programa de necessidades, compatibilização entre as equipes de projetistas de arquitetura, instalações e demais disciplinas, praticamente não apresentavam itens. A gerenciadora tinha pouquíssimas contribuições técnicas a fazer dentro dos escopos das especialidades nas fases iniciais do projeto, limitando-se apenas a cumprir o protocolo estabelecido com a FRM, conforme observado no item 2.2.

Numa terceira fase, em vista dessas deficiências no gerenciamento, a gerenciadora implantou uma equipe própria de arquitetos com o objetivo de facilitar a interface interna da equipe de projetistas, principalmente entre os projetos de arquitetura e

museografia com o cliente e com as demandas da obra em andamento. O arquiteto coordenador dessa equipe havia sido integrante da equipe de projeto da empresa de arquitetura na fase inicial do projeto.

Nessa fase acontecem, pela primeira vez, discussões sobre questões relativas aos projetos e soluções neles contidas; algumas questões de projeto passaram a ser valorizadas em decorrência da experiência da nova equipe de arquitetura da gerenciadora, e a equipe da MMA passou a ser fiscalizada com mais frequência e precisão.

Contudo, percebe-se o aparecimento de algumas falhas de comunicação e de confusão na atribuição de responsabilidade técnica de documentos produzidos nos escritórios de obra antes não observados. Nesse período, algumas reuniões continuaram a ser coordenadas pela empresa projetista de arquitetura, sob a responsabilidade do coordenador do projeto, com a aprovação posterior da gerenciadora, e com a participação de membros de sua equipe interna de arquitetos. Em paralelo, foram realizadas visitas e reuniões de fiscalização de obra e de suas respectivas atas pela empresa projetista de arquitetura, sob a responsabilidade do coordenador do projeto, com representantes do cliente e gerenciadora.

Ainda na busca de soluções para os problemas do fluxo de informações e de atendimento aos prazos e parâmetros de qualidade e custo estabelecidos pela FRM e gerenciadora, a empresa de arquitetura incluiu em sua equipe permanente um engenheiro, gerente de contratos, que ficou responsável por realizar a interface direta com a gerenciadora de toda a comunicação e gestão do andamento do projeto de arquitetura.

É importante observar como, nessa etapa do projeto pré-executivo, na medida em que a complexidade do projeto aumentava exponencialmente, tanto a empresa gerenciadora como a empresa projetista de arquitetura, na tentativa de solucionar os problemas do fluxo de informações e atendimento aos prazos e parâmetros de qualidade e custo, incluíram em suas equipes internas profissionais especialistas em disciplinas que não pertenciam ao seu foco de atuação. Ou seja, na tentativa de ter na própria equipe um profissional que pudesse dialogar de igual para igual com o

profissional da outra empresa, acabaram por contratar profissionais para desenvolverem atividades redundantes, sem necessariamente estabelecerem uma boa comunicação com os profissionais de outras disciplinas de sua própria equipe e empresa.

Tabela 5 – Exemplo de legenda utilizada pela Gerenciadora para revisão do projeto Pré-Executivo 1 de arquitetura

MUSEU DO FUTEBOL – PROJETO DE ARQUITETURA – ETAPA PRÉ-EXECUTIVO 1	
RELATÓRIO DA ANÁLISE DOS PRODUTOS ENTREGUES EM 16/04/2007 – REV 01	
	Pendências da arquitetura
	Solicitações que serão contempladas por serem demandas urgentes de obra
	Novas solicitações que serão contempladas em PRE 02 por não serem demandas urgentes da obra
	Solicitações que fazem parte de solicitações para as quais faltam definições e escopo do PRE 02
	Solicitações para as quais faltam definições
	Solicitações já entregues
	Solicitações não procedentes ou para os quais faltam informações mais detalhadas

Fonte: MMA (2008)

3.2.11 Fluxogramas

No início do planejamento de projeto, estabeleceu-se entre a MMA e a contratante FRM um fluxograma com o objetivo de nortear o desenvolvimento dos projetos baseado no modelo proposto pelo Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB). Ao longo do processo, esse instrumento foi sendo atualizado conforme as necessidades do andamento dos trabalhos.

A comparação entre o fluxograma estabelecido no planejamento inicial e o fluxograma final em consonância com o que foi efetivamente realizado é um importante instrumento de análise entre o planejado e as condições reais do processo de projeto.

Além das cinco fases inicialmente planejadas, foram inseridas mais duas fases, a de Estudo Preliminar 2 e a de Pré-Executivo 2, aumentando, dessa forma, para sete o número de “Portais” (*Milestones*) de aprovações por parte da FRM. Foram incluídas também seis empresas projetistas e de consultoria não previstas no planejamento inicial: caixilhos, cabeamento, sondagem, aprovação no Corpo de Bombeiros, sistemas de áudio e vídeo, pisos de concreto.

Uma vez que o modelo de gestão se pautava em entregas formais de fases

fechadas e as reuniões entre projetistas só podiam ser realizadas se controladas e documentadas pela gerenciadora, foi necessária a criação de novas fases e novos “Portais” (*Milestones*) no desenvolvimento do projeto, a fim de permitir maior interação e troca de informações entre a equipe de projetistas. Outra razão para que fossem criadas novas fases de projeto foi absorver atrasos no recebimento de insumos, imprescindíveis à continuidade dos projetos e que tiveram seus prazos aumentados com os levantamentos e sondagens, e a necessidade de complementação do pacote com novas disciplinas de projeto e serviços não previstas inicialmente.

No início do planejamento para o projeto do MF, quando estabelecido o escopo de trabalho, dimensionamento da equipe, previsão de horas-homem e a proposta comercial, já existiam elementos suficientes para uma previsão; porém, não havia experiência da empresa e equipe de profissionais para prever os prováveis desdobramentos do PN e soluções de projeto para o empreendimento. Nessa fase, a empresa projetista de arquitetura terceirizou a coordenação e o desenvolvimento dos desenhos para uma empresa de arquitetura de menor porte por pacote global com preço fechado, contrato que foi revisto nas fases posteriores em função do grande aumento do escopo.

Abaixo são listados alguns exemplos de desdobramentos das características do empreendimento e soluções de projeto não previstas no escopo inicialmente planejado e contratado:

- 1- Instalações e mecanismos aparentes (elétrica, hidráulica, incêndio, climatização, lógica, áudio e vídeo, equipamentos eletromecânicos).
- 2- Soluções não convencionais para desempenho acústico: painéis de forro especiais.
- 3- Soluções não convencionais para desempenho de proteção contrafogo: fechamentos especiais em vidro.

4- Soluções construtivas não convencionais: passarelas, cabines do Auditório e bilheterias containeres em estrutura de madeira.

5- Soluções não convencionais para sistema de climatização: todas as instalações aparentes e aberturas para conexão com espaços externos limitadas pelo tombamento e características arquitetônicas do edifício.

6- Soluções não convencionais para sistema de iluminação: uso de rebatedores desenhados especialmente e luminárias embutidas no piso da Praça.

7- Soluções especiais para atendimento das exigências dos órgãos públicos para critérios de tombamento e para aprovação no Corpo de Bombeiros: linguagem de projeto diferenciando épocas, intervenções e novas rotas de fuga.

8- Solução para inserção de elevadores e escadas rolantes, com desenho especial, apoiados na estrutura original para permitir circulação ideal ao longo das áreas do Museu.

9- Dificuldades no processo de documentação de levantamento cadastral da situação existente do edifício e prospecções necessárias, feita em duas etapas: antes e depois da Etapa de Obra de demolições, gerando atrasos nos prazos inicialmente contratados.

10- Geometria não convencional do edifício em formato circular, com eixos estruturais radiais e cobertura constituída pela própria arquibancada do Estádio, com laje de concreto côncava, formando a curva de visibilidade.

11- Estrutura de concreto existente muito antiga, um dos primeiros grandes edifícios em estrutura de concreto do Brasil, apresentava geometria e dimensões e modulação totalmente irregulares.

12- Solução para drenagem de águas pluviais que minavam e muros de contenção dos taludes laterais internos sob as fundações do Estádio.

13- Nova sala museográfica (Sala da Exaltação) dentro das fundações ocultas, sob as arquibancadas do Estádio.

14- Reforços estruturais e novas estruturas metálicas em função de novas demandas do projeto, tais como o Auditório, Sala da Exaltação e circulações verticais, e também problemas encontrados de estruturas comprometidas pela ação do tempo.

15- Estudo desenvolvido para a Prefeitura de São Paulo que não teve continuidade e não gerou contrato para Projeto de Requalificação da Praça Charles Miller.

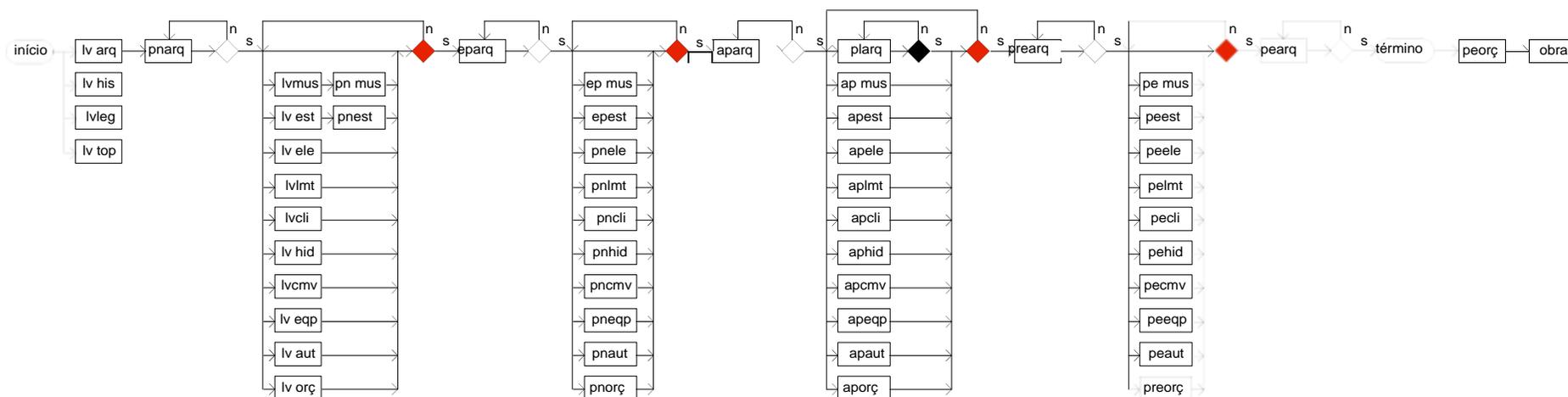
16- Instalação do Escritório de Obra pela empresa de arquitetura a partir da 2ª fase da obra.

17- Necessidade de complementação do pacote com novas disciplinas de projeto e serviços não previstas inicialmente, como por exemplo, sondagens, projetos de sistemas de áudio e vídeo, cabeamento, pisos de concreto e consultoria de aprovação nos bombeiros.

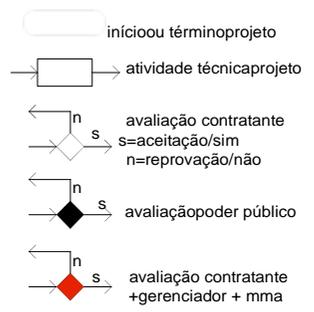
Figura 72 – MF: Fluxograma, 1ª Versão

fluxograma de trabalhos e atribuições
museu do futebol - estádio do pacaembú - são paulo

anexoc prp0107/05-17/08/05



simbologia



legenda

atividades técnicas de projeto

- arq** arquitetura
- his** história
- leg** legal
- top** topografia
- mus** museografia
- est** estrutura
- ele** elétrica
- lmt** luminotécnica
- cli** climatização
- hid** hidráulica
- cmv** comunicação visual
- eqp** equipamentos incorporados à construção
- aut** automação
- orç** orçamentação

etapas de projeto

- lv** levantamento
- pn** programa de necessidades
- ep** estudo preliminar
- ap** anteprojeto
- pre** pré-executivo
- pe** projeto executivo

Fonte: MMA (2006)

3.3 Museu Guggenheim Rio – Estudo de Viabilidade (*Feasibility Study*)

O Museu Guggenheim do Rio de Janeiro foi projetado para se instalar em edificação contendo 32.378 m² sobre o Pier Mauá, antigo terminal de cargas do Porto do Rio, conectado diretamente à Praça Mauá e importante região portuária da cidade que passava pelo início de seu processo de revitalização, conforme Programa de Revitalização da Região Portuária do Rio de Janeiro. O pavimento principal do Museu foi locado no nível -6,75 m abaixo no nível do mar, protegido por muros de contenção, com escavações feitas até uma profundidade de -33,50 m, atingindo a camada de granito no subsolo.

O projeto básico de arquitetura e consultorias técnicas e financeiras foram elaborados no exterior, entre empresas internacionais, consoante a coordenação e os padrões e critérios estabelecidos pela *Solomon R. Guggenheim Foundation* (SGF), tendo como contratante a Prefeitura do Rio de Janeiro, com um investimento da ordem de US\$ 2 milhões.

O papel da empresa espanhola IDOM Engenharia, com sede na cidade de Bilbao, foi o de fazer a ponte entre a SGF de Nova York, USA; a Prefeitura e demais órgãos públicos da cidade do Rio de Janeiro; o AJN, escritório de projetos do arquiteto francês Jean Nouvel em Paris, responsável pelo projeto básico de arquitetura; empresas e profissionais consultores do mercado da construção europeus, como a OveArup, ARGOS *Engineering* e brasileiros, e as principais e maiores construtoras atuantes no mercado da construção brasileira.

Além disso, a IDOM estudou a viabilidade construtiva e econômica do projeto segundo a realidade local da cidade do Rio, e forneceu subsídios à AJN ao longo do desenvolvimento do projeto básico até a sua conclusão, com base no lastro de toda sua experiência e credibilidade, por ter sido a responsável pela execução do Museu Guggenheim de Bilbao, na Espanha, e por ter escritórios em dezesseis países, e projetos distribuídos por 120 países.

Os produtos dessa consultoria foram os documentos *Cost Model*, contendo a orçamentação para o Projeto Básico, e o *Site Analysis Feasibility – Final Report*,

Phase I. Site Analysis Phase II. Technical analysis of the building, com 145 páginas mais anexos técnicos, um Estudo de Viabilidade completo incluindo estudos e recomendações que se estruturou com os seguintes capítulos:

A. Introdução (*Introduction*)

B. Metodologia e Trabalhos Realizados (*Methodology and tasks accomplished*)

C. Relatório de Viabilidade (*Feasibility report*)

- Análise da Área (*Site overview*)
- Desenvolvimento Urbano (*Urban development*)
- Legislação Local (*Local regulations*)
- Questões Estruturais (*Structural aspects*)
- Considerações Ambientais (*Environmental considerations*)

D. Conclusões Finais (*Final conclusions*)

E. Anexos (*Annexes*)

- *Annex I*: Lista de Relatórios e Documentos (*Listing of reports and documents*)
- *Annex II*: Reuniões Realizadas (*Meetings held*)
- *Annex III*: Levantamento Fotográfico (*Photographic survey*)
- *Annex IV*: Documentos Originais (*Original documents*)

Esse EV desenvolvido pela IDOM foi utilizado como base e principal fonte de informação para o documento *Rio Feasibility Study Report*, apresentado pela SGF ao então Prefeito da Cidade do Rio de Janeiro, César Maia, em janeiro de 2003. A consultoria McKinsey complementou o EV com a realização do relatório de *marketing* e de viabilidade econômica.

Aseguir, uma descrição do edifício sob a ótica do arquiteto autor do projeto, Jean Nouvel, no Memorial Descritivo do projeto básico de arquitetura:

Um Porto Submerso

A primeira condição para a criação deste Museu é que seja uma atração comprometida, uma obrigação de fazer transbordar desejos, tanto dos visitantes que virão e vão considerar esta atração indispensável como dos Cariocas, que irão adotá-la como um passeio preferido. Faremos uma brincadeira com a evocação de um velho mito: Atlântida, cidade perdida, afundada no mar. Um mergulho abaixo da água se revela um jardim – antigamente o jardim era o lugar dos segredos mais bem guardados. A arquitetura aqui é de uma natureza marítima, evocando a simplicidade repetitiva de edifícios funcionais em portos. Elevando-se acima da entrada, há uma tela branca fora de escala com títulos brancos luminosos, lembretes de exposições em cartaz. Esta parede enorme é um sinal urbano poderoso visto da rodovia e do cais. Esta superfície pura e vazia é curiosa: o que é que desapareceu nesta superfície? Para onde foi a cidade?

A entrada pelo largo cais de pedra sai numa abertura entre um teto d'água do mar e um piso de aço polido. O amplo salão se desdobrando abaixo desta cobertura líquida se abre num pátio que tem somente uma árvore solitária. Perspectivas profundas, filtradas e sugerindo vários espaços de exibição alternados com pátios ajardinados. Visitar este lugar é como passar por um labirinto. O pavilhão brasileiro oferece tanto espaços abertos como salas fechadas abaixo da mesma cobertura que é pontuada com grandes escotilhas. A galeria de arte moderna é iluminada através de pirâmides truncadas, permitindo uma iluminação precisa. No lado de fora, uma série de pátios acomodam esculturas e instalações. Espaços ocultos se desenvolvem na galeria multimídia, ligados a salas maiores abaixo dos laboratórios e estúdios: uma abundância de escadas e propósitos. As pessoas emergem na densa vegetação da floresta tropical, um fragmento da natureza urbana com íngremes encostas, um jardim selvagem e inconcebível cercado pelo mar e bem abaixo deste. Uma cachoeira de 35 metros de altura é um sinal da profundidade deste espaço. Passarelas de madeira penetram na densa vegetação, um labirinto tridimensional que vai das pedras e árvores até um restaurante a céu aberto, e então, na reflexão de um longo espelho, pode-se contemplar tanto o mar como uma ilha, um porto com navios.

É assim, ao passar atrás da cachoeira através da exuberante vegetação, que se chega na “grande caixa”, um amplo espaço composto por dois salões de exposições justapostos verticalmente e capazes de serem conectados, daí chegando a uma altura de uns 50 metros. Elevadores industriais levam os visitantes ao mirante com seu impressionante chão convexo, que permite ver a paisagem da terra e do mar. No teto do mirante, uma enorme fotografia retrata um rosto que poderia muito bem pertencer a um deus, santo ou mártir: uma evocação dos céus então alcançadas ao chegar ao topo do edifício, que abriga um restaurante abaixo de uma lona branca com piso de teka. Daí se contempla todo o horizonte, o Pão de Açúcar, o Corcovado.

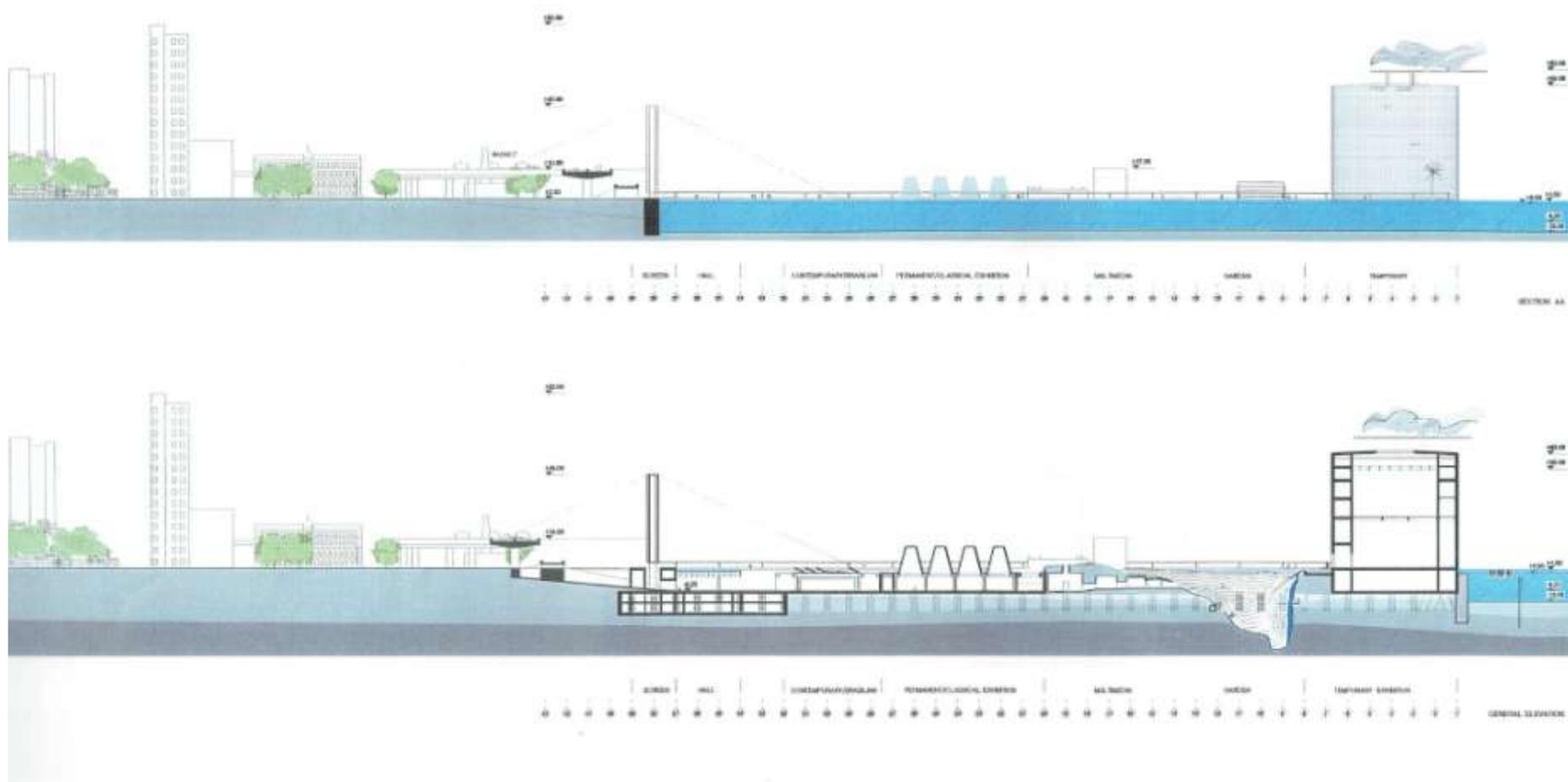
Há no céu um Zeppelin bizarro (Panamarenko?) que nos lembra já ter visto antes um buraco luminoso (Turrell?), um cripta enigmática (Maria's?), um abismo na água (Rincke?) e um octógono sem sombra e cor (Opalka?): todos participando de uma experiência arquitetônica inédita. Este Museu é um lugar onde o desconhecido tem uma vocação para ser conhecido. Jean Nouvel. (Memorial Descritivo – Projeto Básico de Arquitetura, 2002)

Figura 74 – Perspectiva do modelo eletrônico do Rio Guggenheim *Museum*



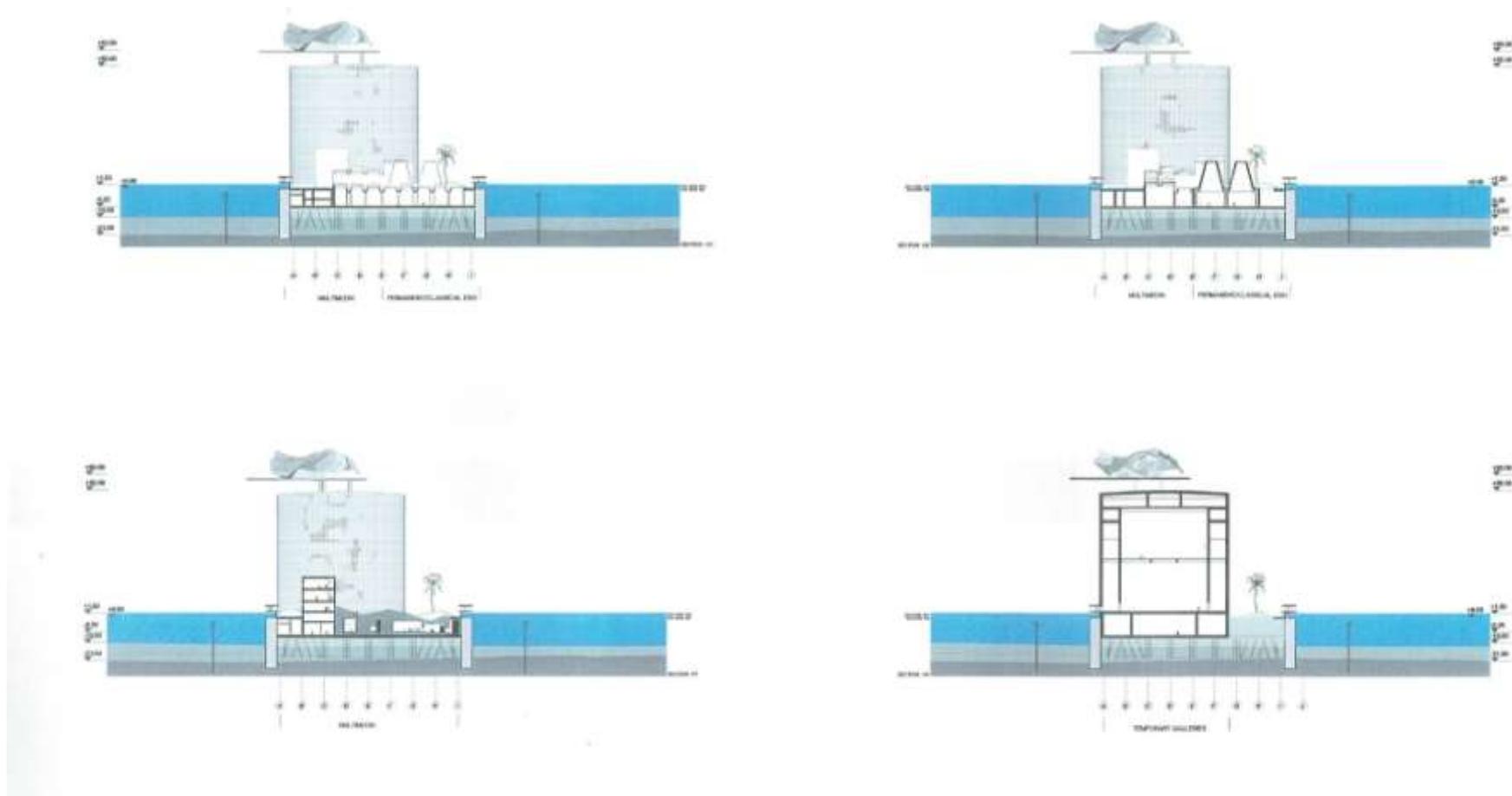
Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figura 75 – RGM: Cortes Longitudinais do Rio Guggenheim *Museum*



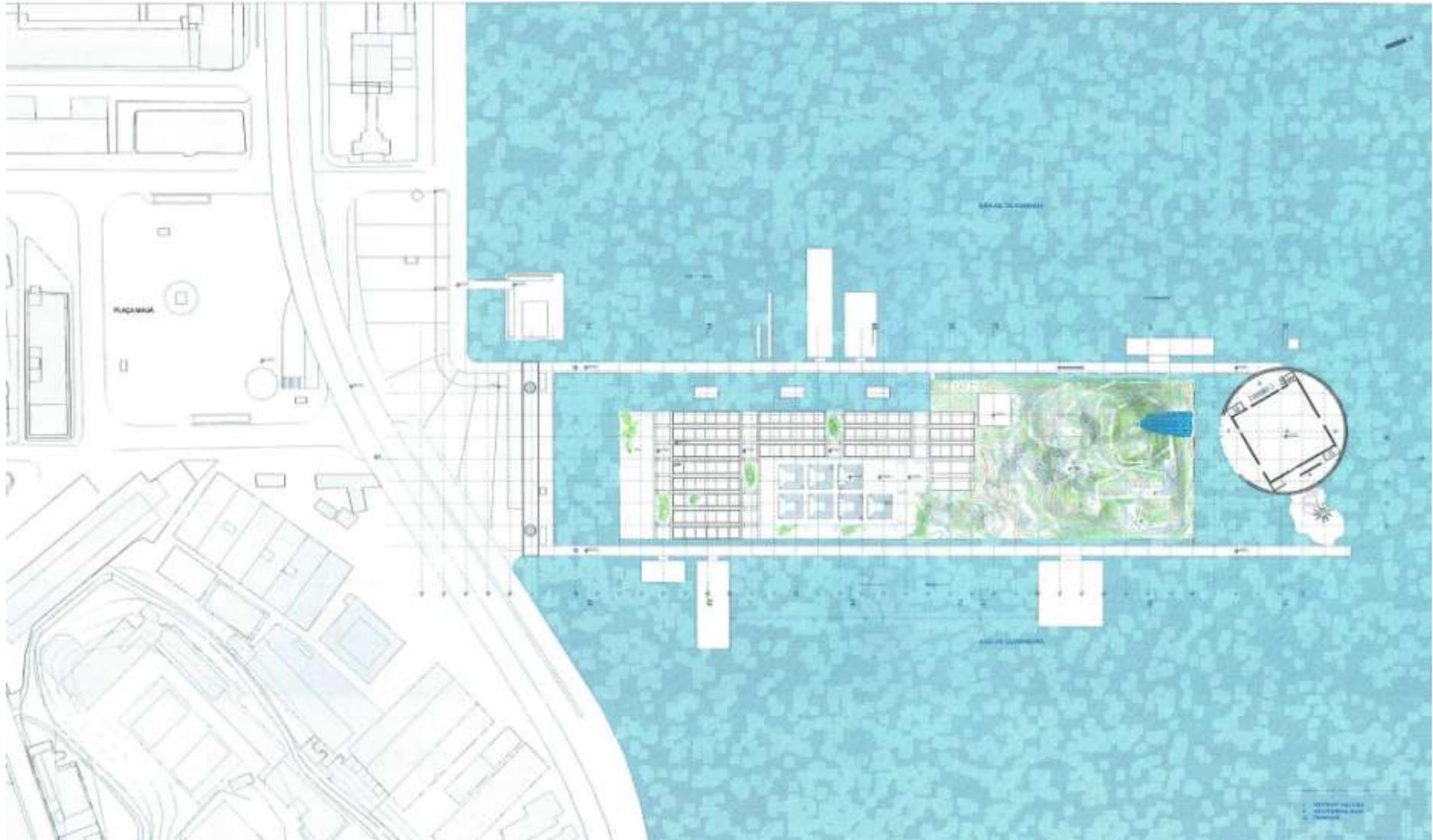
Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figura 76 – RGM: Cortes Transversais do Rio Guggenheim *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figura 77 – RGM: Planta do Rio Guggenheim *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figuras 78 e 79 – Perspectivas internas do Rio Guggenheim *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figura 80 e 81 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

No decorrer do projeto básico de arquitetura, como forma de garantir que o Museu se estabelecesse como uma das principais atrações no circuito turístico da cidade, a SGF solicitou que parte de seu edifício fosse um objeto visível e reconhecível como ícone urbano e global, e que tivesse dimensões que permitissem que fosse avistado a partir das duas principais atrações turísticas da cidade: o topo do Pão de Açúcar e o topo do Corcovado. Essas novas características não existiam na versão preliminar do projeto de arquitetura até então, e representavam alteração de escopo significativa.

Aidéia inicial do arquiteto Jean Nouvel era um edifício mais discreto, no nível da água, que desapareceria semisubmerso nas águas da Baía de Guanabara, sem competir com a paisagem urbana e natural da cidade.

Foi então adicionado ao projeto um imenso edifício cilíndrico, com uma estrutura no topo para abrigar o restaurante que atenderia às demandas dos *stakeholders*.

O objetivo do Estudo de Viabilidade realizado pela empresa IDOM foi o de analisar a viabilidade de implantação de um Museu Guggenheim no Rio de Janeiro. Por um lado, compreendeu a adequação do local escolhido para construção de uma infraestrutura com as características do Museu Guggenheim; por outro, visou determinar fatores-chave que precisavam ser considerados para o projeto, como orçamento e planejamento de tal infraestrutura.

O EV teve foco em aspectos como: local de implantação, desenvolvimento urbanístico da área, legislações e licenças necessárias para a construção do Museu, características estruturais do Pier e considerações ambientais.

Para tanto, foi montada uma equipe de trabalho multidisciplinar, composta por arquitetos, urbanistas, geógrafos, economistas, especialistas ambientais e engenheiros trabalhando nos escritórios da IDOM nas cidades de Bilbao e São Paulo.

Preliminarmente, a equipe desenvolveu um índice de conteúdos do relatório final com aspectos-chave a serem considerados, de acordo com as especificações do contrato. A estrutura do documento e os resultados alcançados encontram-se

descritos nos itens abaixo 3.3.1 a 3.3.4.

As primeiras abordagens ao projeto foram feitas utilizando informações fornecidas pela Prefeitura do Rio de Janeiro, as quais incluíram uma análise destes dados e identificação das fontes de informação e instituições envolvidas no projeto.

A equipe imediatamente passou a preparar uma visita ao Rio de Janeiro, com o objetivo de realizar reuniões *in loco* e juntar dados das instituições e pessoas-chave na listade contatos.

As viagens foram realizadas em dois momentos – com a equipe ambiental viajando de 18 de abril até 24 de abril de 2002, e com a equipe urbanística viajando de 8 de maio até 15 de maio de 2002 – para reunir a documentação e executar análises *in loco* do Pier. A equipe do escritório de São Paulo da IDOM também participou das visitas e das primeiras e últimas fases da coleta de informações (particularmente a supervisão das obras ambientais).

Empresas locais foram contratados para os testes necessários e para execução de análises laboratoriais das disciplinas ambientais, geotécnicas e estruturais do projeto no local de implantação.

3.3.1 Orçamentação (*Cost Model*)

A etapa de Orçamentação do EV foi desenvolvida da seguinte forma: numa primeira fase, elaborou-se um Quantitativo detalhado em planilha Excell, a partir do complexo Projeto Básico recebido do AJN, incluindo todos os elementos representados e com estimativas para itens de projetos não inclusos a serem desenvolvidos futuramente, como por exemplo: instalações, climatização, equipamentos mecânicos e segurança contra incêndio e patrimonial, a partir da extensa experiência prévia da IDOM na construção de edifícios similares com o mesmo nível de complexidade.

Num segundo momento, realizou-se a precificação em contato direto com sete das maiores e mais experientes construtoras em atividade no Brasil: Odebrecht, Camargo Corrêa, Andrade Gutierrez, Hochtief, Mendes Júnior, Método e Racional. Para cada uma delas, foi apresentado e enviado o Projeto Básico de arquitetura e o

Quantitativo detalhado em planilha Excell, além de comentários técnicos de consultores da IDOM, e externos por ela compilados. A IDOM solicitou o envio da planilha completa contendo valores, além de material institucional de apresentação de cada construtora.

O impacto dessa fase gerou uma nova demanda de consultoria: um estudo técnico de soluções alternativas para redução do custo global do Museu, na tentativa de viabilizar o projeto e evitar o crescimento do movimento contrário à sua construção.

Como resultado, foram feitas recomendações, tais como:

- Para soluções como o uso de estruturas metálicas em perfis de aço inox com pisos em gradis de alumínio, sugeriu-se a substituição por estruturas e pisos em perfis convencionais em aço carbono, com pintura naval anticorrosão ou aço galvanizado.
- Para a solução do edifício que abrigaria as Galerias das exposições temporárias, um enorme cilindro de 55 metros de altura e 58 metros de diâmetro que emerge das águas da baía, sugeriu-se a substituição da estrutura metálica composta por um *frame* de perfis I e duas peles, sendo a pele externa em placas de aço cortén, por uma parede curva em concreto maciço moldado *in loco*, solução tradicional no mercado de construção brasileiro.

Algumas recomendações já vinham sendo feitas ao longo do trabalho contínuo de consultoria para a AJN, mas não necessariamente com foco na redução de custo: por exemplo, nas estruturas metálicas, em geral, foi sugerida uma concepção estrutural alternativa, com a utilização de vigas duplas, com o objetivo de reduzir o consumo de aço.

A empresa de arquitetura AJN, apesar de ter realizado exaustiva pesquisa sobre a cultura e arquitetura locais e o sítio de implantação do futuro Museu e seu entorno, não teve, no início do projeto, recursos técnicos para investigar os padrões, técnicas e materiais construtivos locais e respectivos custos, a fim de traçar um panorama da tradição e realidade do mercado de construção brasileiro, o que, tampouco, foi solicitado pelos *stakeholders* como a SGF e a Prefeitura do Rio.

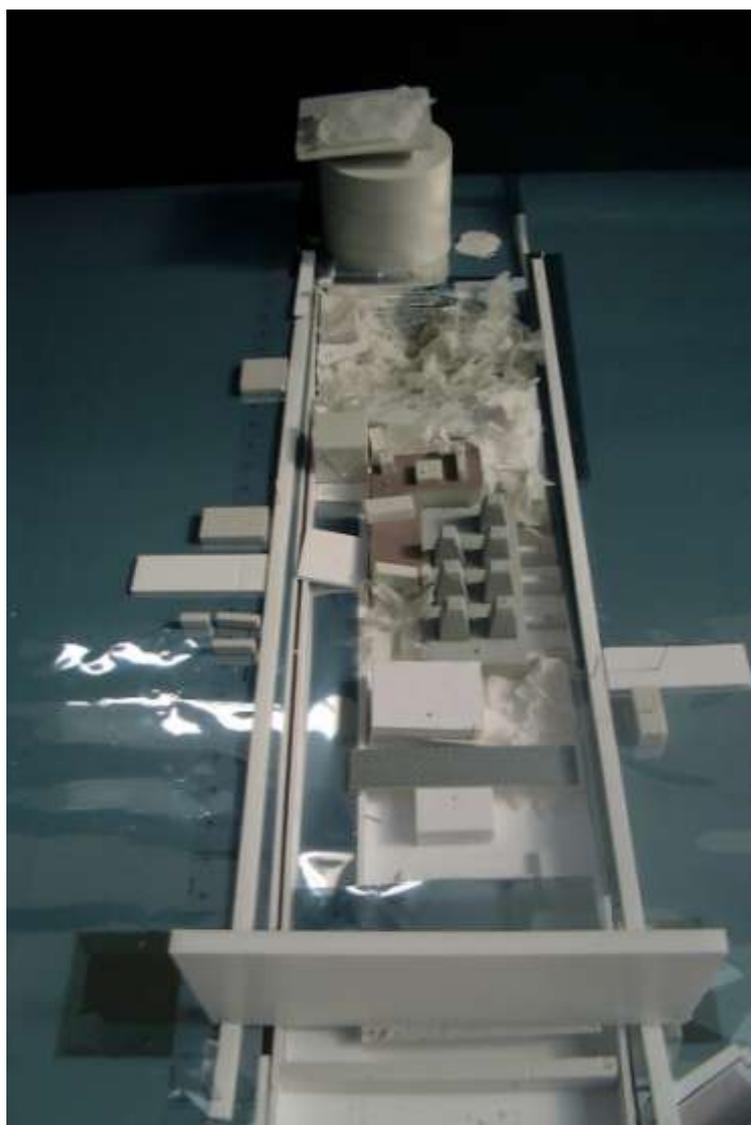
Características como essas, de um edifício mais compatível com o mercado de construção europeu do que com o brasileiro, e a complexidade da escavação e contenções necessárias para viabilizar a construção abaixo do nível do mar explicam um aumento de 320% no custo estimado por metro quadrado do projeto para o Museu Guggenheim do Rio, em comparação com o edifício do Museu Guggenheim de Bilbao, com uma diferença verificada de US\$ 4.060,00 por m² em Bilbao, para orçados US\$ 9.686,00 por m² no Rio, mesmo sendo este um museu com metragem maior do que a do edifício construído em Bilbao, com 24.000 m², enquanto o projeto para o Rio possui metragem de 32.378 m².

Mesmo para uma edificação que abriga um museu de padrão internacional, esse valor é muito elevado, e mesmo com a ressalva do edifício do Museu Guggenheim de Bilbao ter tido um custo de construção relativamente barato. Isso se explica pela configuração do projeto e de características como a utilização de estrutura metálica, especialidade do mercado de construção de Bilbao por ser o centro da indústria naval e aeronáutica na Espanha, do revestimento externo em placas de titânio que, por sorte, na época da construção, teve seu valor bastante reduzido, pois a Rússia havia inundado o mercado mundial com uma superprodução que derrubou os preços do metal, e o revestimento interno em placas de gesso *drywall*, vidro e placas de mármore, materiais tradicionais e relativamente baratos no mercado de construção europeu. O Museu Guggenheim de Bilbao é uma das raras exceções de projeto dessa tipologia de edificação cultural que não estourou o orçamento previsto em sua execução.

S 3.4.1 No caso de o cliente não haver estabelecido um Orçamento para o PN, o Coordenador e o cliente devem trabalhar em conjunto para preparar um Orçamento Preliminar do PN, que inclui o custo dos serviços fornecidos pelo Coordenador, o custo dos serviços fornecidos pelos outros consultores do cliente, o custo de projetar e de construir para cada projeto incluso no PN e os detalhes adicionais necessários para permitir que o cliente prepare um Orçamento Completo do PN. O cliente deve revisar e aprovar o Orçamento Preliminar do PN.

O Coordenador deve fornecer relatórios sobre o Orçamento do PN a cada mês ou num intervalo de tempo a ser combinado pelo cliente e o Coordenador abaixo. O Coordenador deve organizar o Orçamento do PN de uma forma que permita que os custos possam ser monitorados usando o Sistema de Gerenciamento de Informações do PN. (AIA, 2013)

Figura 82 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim *Museum*

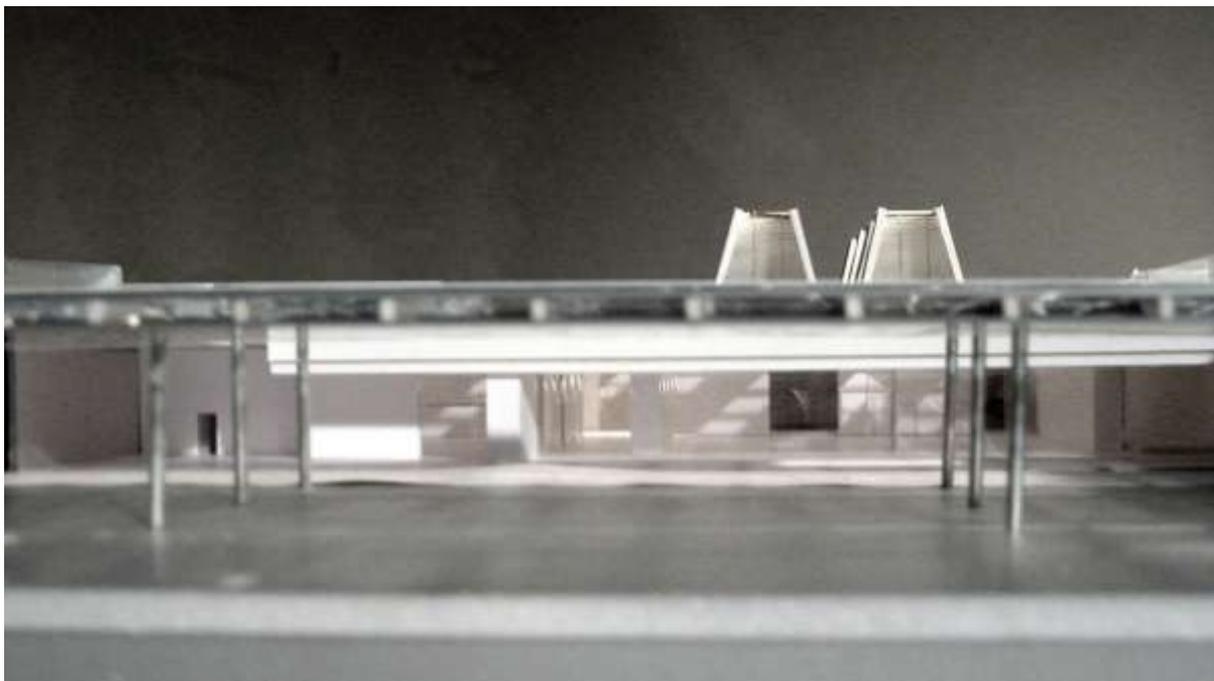


Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

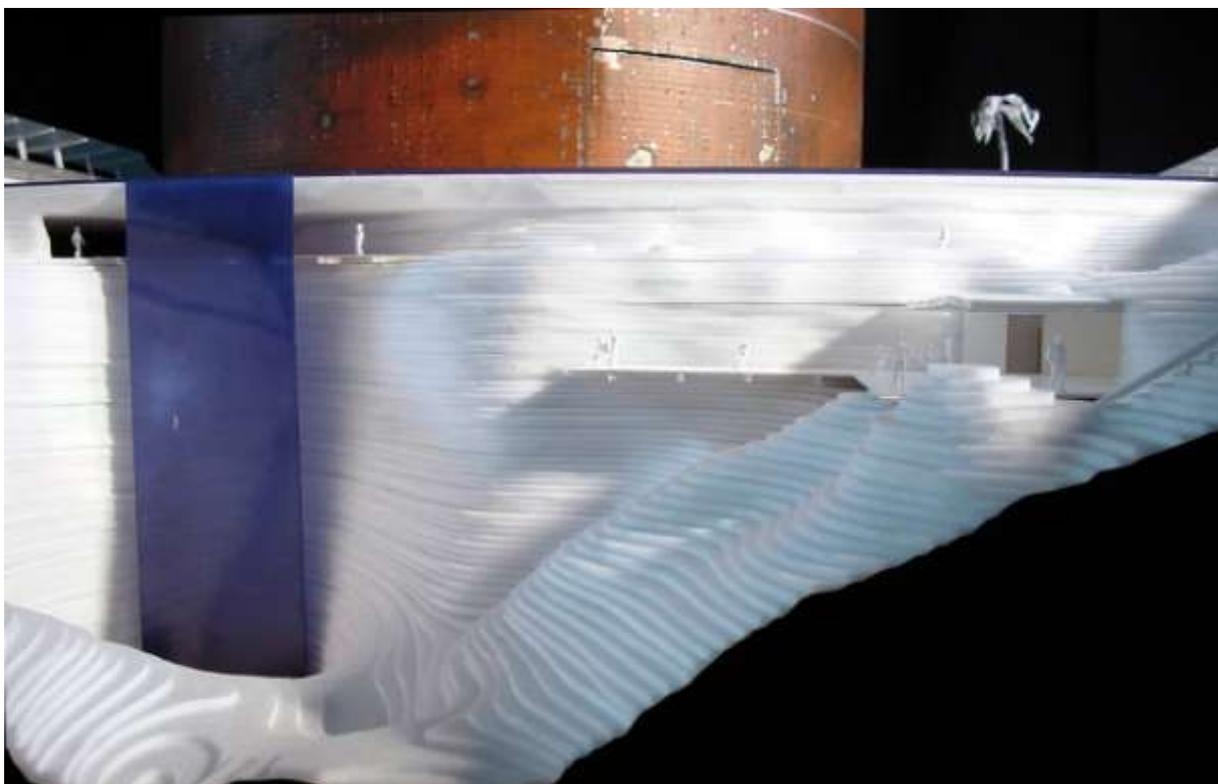
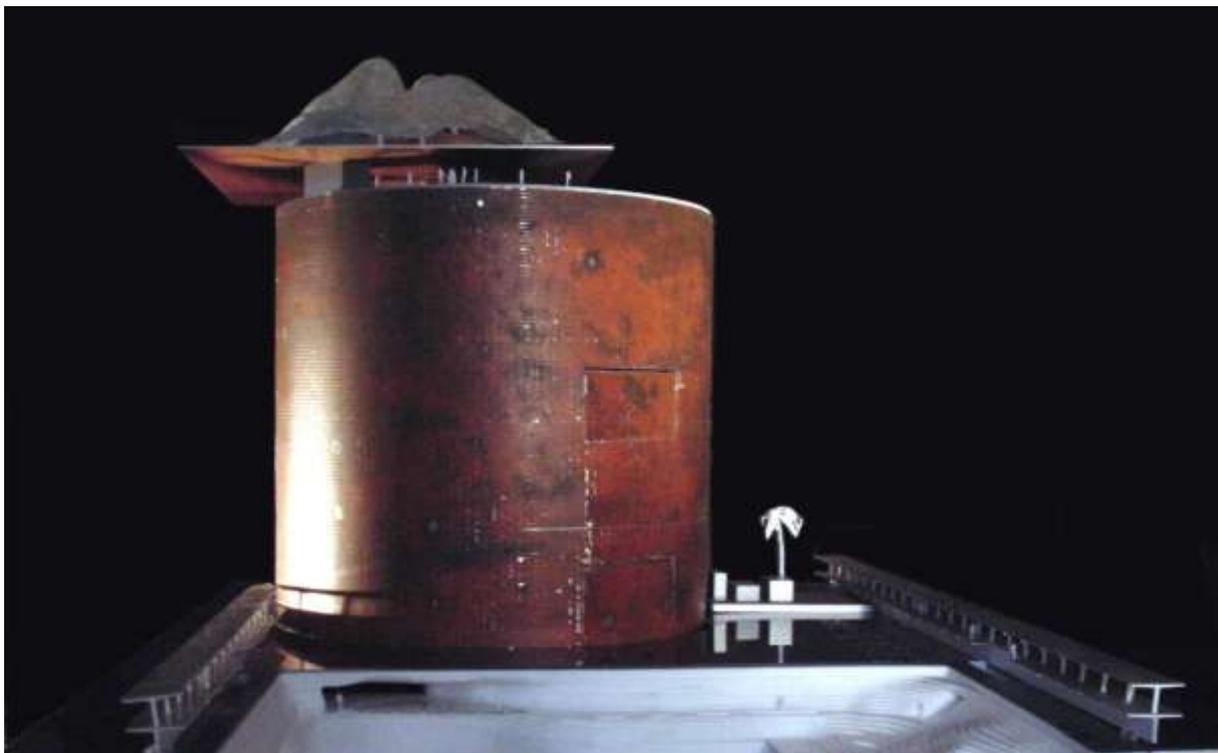
Figura 83 – Orçamentos das construtoras para o Rio Guggenheim *Museum* (valores em Reais e em Dólares Americanos)

Final prices including GO IP - Rio de Janeiro - Reais	Units	Odebrecht	Camargo Corrèa	Andrade Gutierrez	Hotchief	Mendes Junior	Método	Racional	Bilbao
Ranking in the Construction Market in Brazil		1st	2nd	4th	13th		2th (residential commercial)	7th / 3th (residential commercial)	
General Overhead Industrial Profit		43,39%	34,05%	38,72%	36%	49,97%	24%	25%	19%
m3 of reinforced concrete with metal form work on both sides with 1m of thickness with 140Kg of steel / m3 of FCK 35 Mpa concrete	m3	1.191,00	921,25	3.317,00	945,10	1.666,40	860,00	719,50	965,54
kg of metal profiles of several sizes, with a total of 5000 Tm.	kg	16,12	6,70	4,21	8,16	16,76	7,44	5,63	14,28
m2 of double Butrial glazing of 6+6mm with 12mm chamber and flat glass of 8mm with dimensions of 4X3m	m2	693,50	455,60	696,60	1.000,00	830,00	198,40	325,00	420,00
m2 of gypsum board with a height of 7m for interiors and thickness of 15cm with 2 sheets of gypsum board on each side + rock wool	m2	95,00	39,00		39,00	100,00	35,00	35,00	75,11
m2 of fixed metal carpentry of painted iron of 4X3m	m2	221,50	160,80	272,16	370,50	250,00	173,60	268,75	429,00
m2 of fixed metal carpentry of anodised aluminium of 4X3m	m2	657,50	402,00	408,24	455,00	450,00	310,00	475,00	429,00
Final prices including GO IP - Rio de Janeiro - USD	Units	Odebrecht	Camargo Corrèa	Andrade Gutierrez	Hotchief	Mendes Junior	Método	Racional	Bilbao
Ranking in the Construction Market in Brazil		1st	2nd	4th	13th		2th (residential commercial)	7th / 3th (residential commercial)	
General Overhead Industrial Profit		43,39%	34,05%	38,72%	36%	49,97%	24%	25%	19%
m3 of reinforced concrete with metal form work on both sides with 1m of thickness with 140Kg of steel / m3 of FCK 35 Mpa concrete	m3	397,00	307,08	1.105,67	315,03	555,47	286,67	239,83	321,85
kg of metal profiles of several sizes, with a total of 5000 Tm.	kg	5,37	2,23	1,40	2,72	5,59	2,48	1,88	4,76
m2 of double Butrial glazing of 6+6mm with 12mm chamber and flat glass of 8mm with dimensions of 4X3m	m2	231,17	151,87	232,20	333,33	276,67	66,13	108,33	140,00
m2 of gypsum board with a height of 7m for interiors and thickness of 15cm with 2 sheets of gypsum board on each side + rock wool	m2	31,67	13,00	0,00	13,00	33,33	11,67	11,67	25,04
m2 of fixed metal carpentry of painted iron of 4X3m	m2	73,83	53,60	90,72	123,50	83,33	57,87	89,58	143,00
m2 of fixed metal carpentry of anodised aluminium of 4X3m	m2	219,17	134,00	136,08	151,67	150,00	103,33	158,33	143,00

Fonte: AJN (2002)

Figuras 84 e 85 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim *Museum*

Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figuras 86 e 87 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim *Museum*

Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figuras 88 e 89 – Perspectivas externas do Rio Guggenheim *Museum*



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

3.3.2 Estrutura (*Structure*)

O capítulo sobre avaliação estrutural do Estudo de Viabilidade foi organizado com os seguintes itens:

- Implantação geral e dimensões do Pier Mauá.
- Características geológicas gerais.
- Implicações estruturais.
- Integridade estrutural e estabilidade do Pier Mauá.
- Implicações do Projeto Básico de Arquitetura.

Para avaliação da integridade estrutural da área central do Pier, foi considerado seu uso histórico como área de carga e descarga de contêineres pesados; sua capacidade de sobrecarga pode ser estimada com razoável precisão em 5KN/m^2 , ou uma estrutura similar à do Guggenheim de Bilbao. Contudo, essa estimativa teria que ser confirmada antes da conclusão do Projeto Executivo, especialmente se qualquer interferência na estrutura do Pier fosse planejada. Recomendou-se um teste de carga completo do Pier, tanto para confirmação da capacidade de carga estimada como para estudar o comportamento de assentamento.

Depois da pesquisa geológica do Pier Mauá, realizada durante os meses de maio e junho de 2002, concluiu-se que o Pier foi construído sobre material de aterro disposto sobre rochas extremamente erodidas, a profundidades variadas (entre 20 e 30 m). O aterro se constitui de materiais arenosos, possivelmente dragados diretamente do mar, a uma profundidade de, aproximadamente, 14/15m, saturados com água do mar.

A implicação estrutural primária do Projeto Básico de Arquitetura era que todos os elementos estruturais futuros, como estacas, ancoragens ou paredes diafragma, etc., teriam que ficar cravadas nas camadas de rocha resistente (granito). Seriam necessárias informações precisas sobre as características de capacidade de carga das camadas de granito para permitir um desenvolvimento adequado de soluções estruturais e econômicas. Para tanto, foi necessária uma pesquisa geotécnica

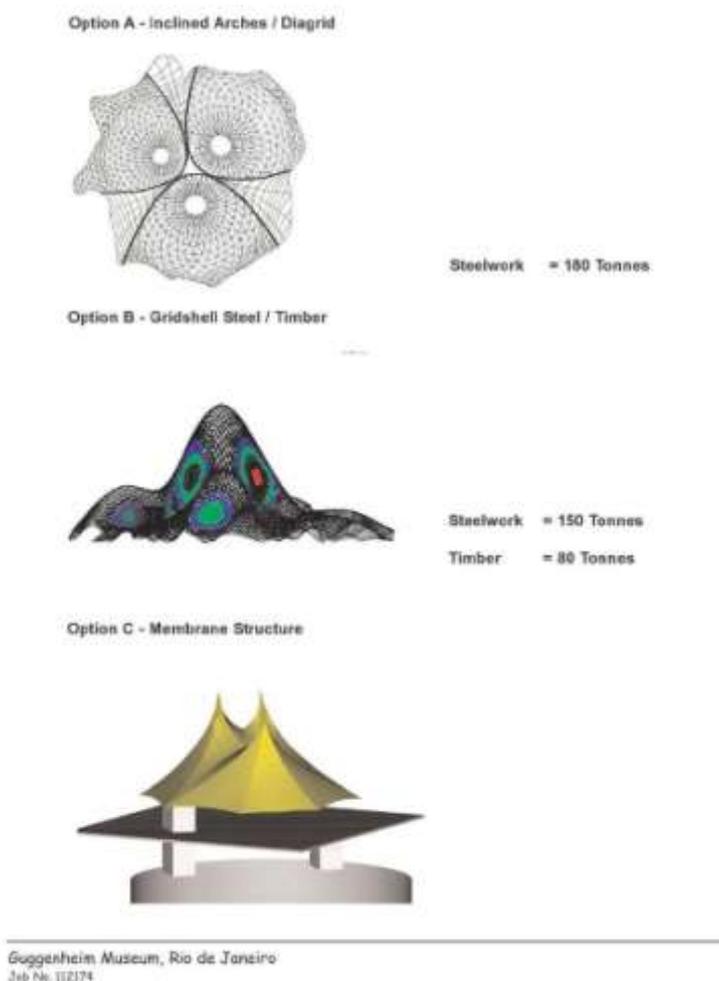
completa, incluindo testes de laboratório.

Testes destrutivos executados no Pier Mauá durante o mês de junho de 2002 confirmaram que a porção central de 50 m do Pier foi construída em grupos de estacas de concreto armado, coroados com capas de estacas e ligados por uma retícula de vigas de concreto armado. As plantas originais não mostraram esses e outros elementos estruturais encontrados. Como resultado, observou-se um aumento de custo significativo em função dos elementos adicionais encontrados.

Concluiu-se no EV que o Pier pode sustentar uma edificação com um tamanho similar ao Museu Guggenheim de Bilbao; no entanto, o perímetro de 15 m possui danos severos que limitariam a área ao uso exclusivo de pedestres. O Projeto Básico de Arquitetura implicaria na demolição das estacas de concreto armado até uma profundidade média de 11m, invalidando sua capacidade estrutural para outros usos.

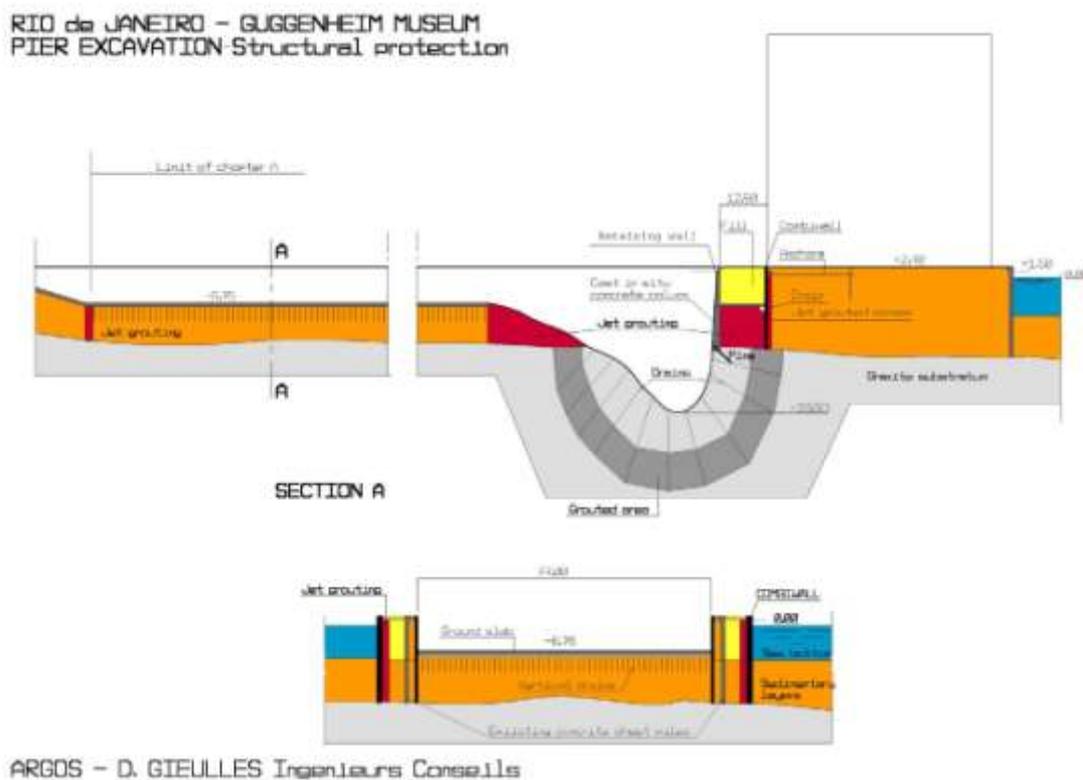
Na avaliação estrutural do EV, os consultores de engenharia de portos propuseram quatro alternativas diferentes para o muro de contenção das paredes do Pier. Os engenheiros estruturais da Ove Arup e IDOM também sugeriram algumas opções para a estrutura do grande cilindro, como alternativas de detalhamento para as inúmeras estruturas metálicas, quatro opções para a estrutura e outras três para a cobertura do restaurante suspenso sobre o grande cilindro.

Figura 90 – RGM: Estudo de três opções para a cobertura do restaurante em estrutura metálica, de madeira e em membrana têxtil

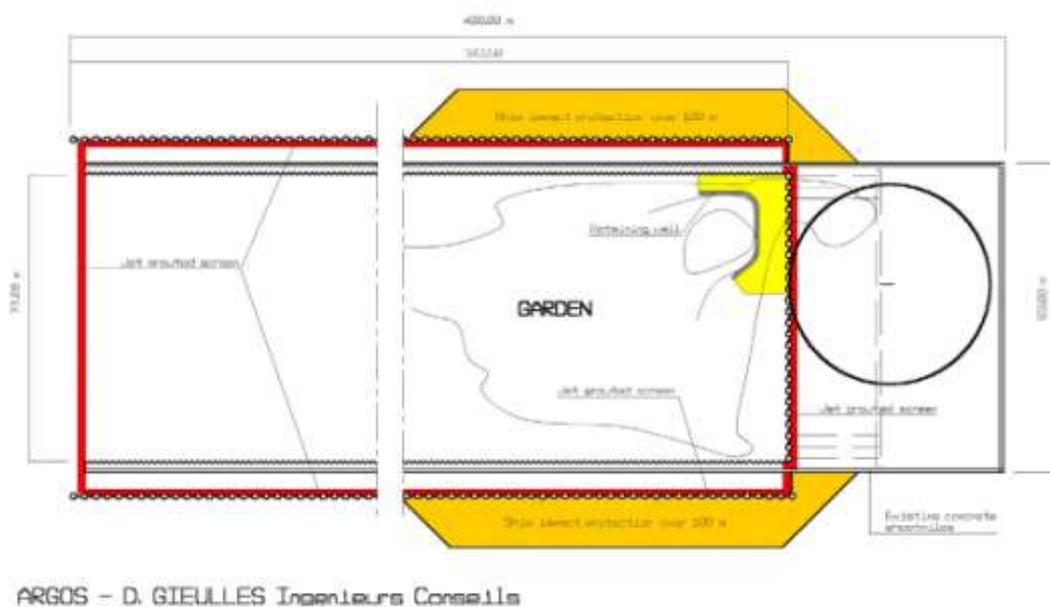


Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, Ove Arup *Engineering/* AJN (2002)

Figuras 91 e 92 – RGM: Esquemas do estudo estrutural para parede de contenção do Pier Mauá e escavação da camada de granito do subsolo

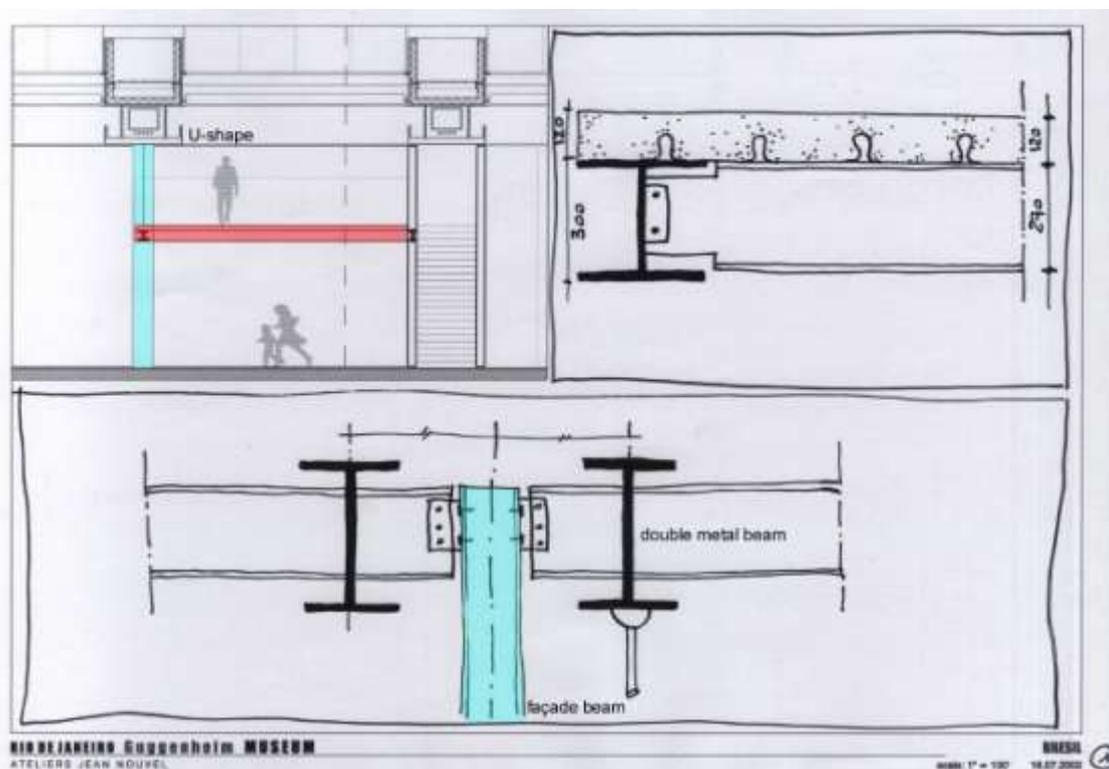
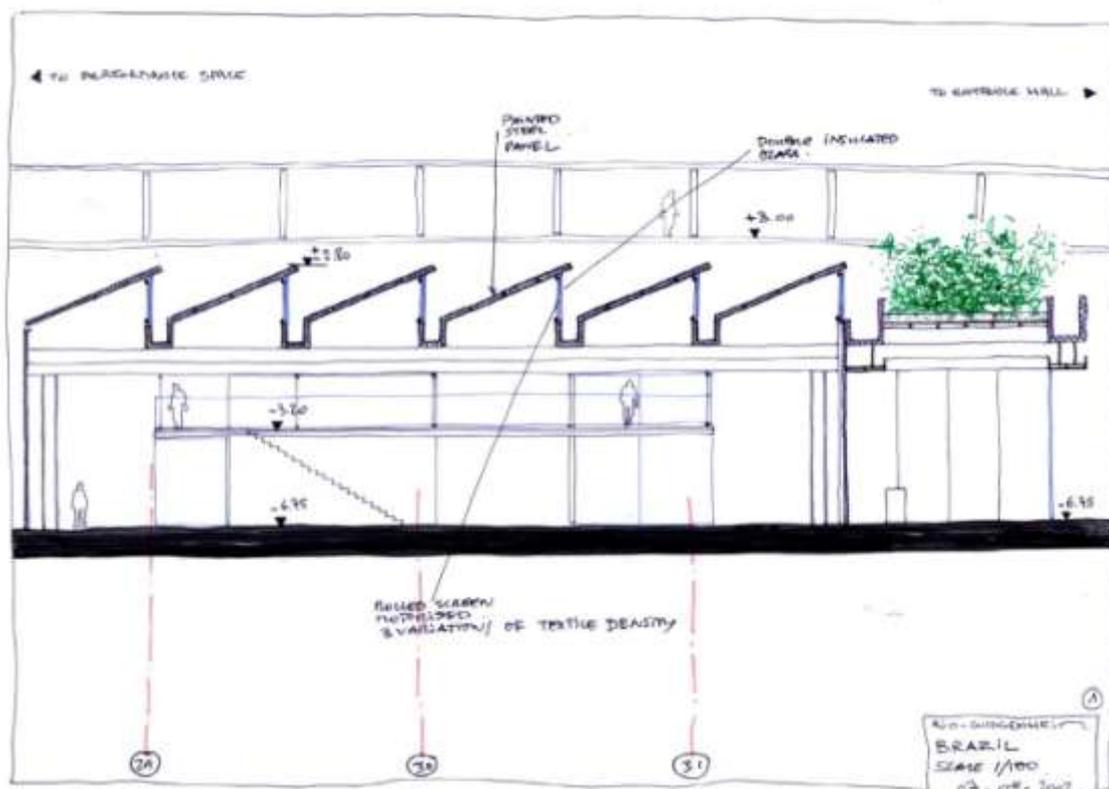


RIO de JANEIRO - GUGGENHEIM MUSEUM
PIER EXCAVATION Structural protection
PLAN VIEW



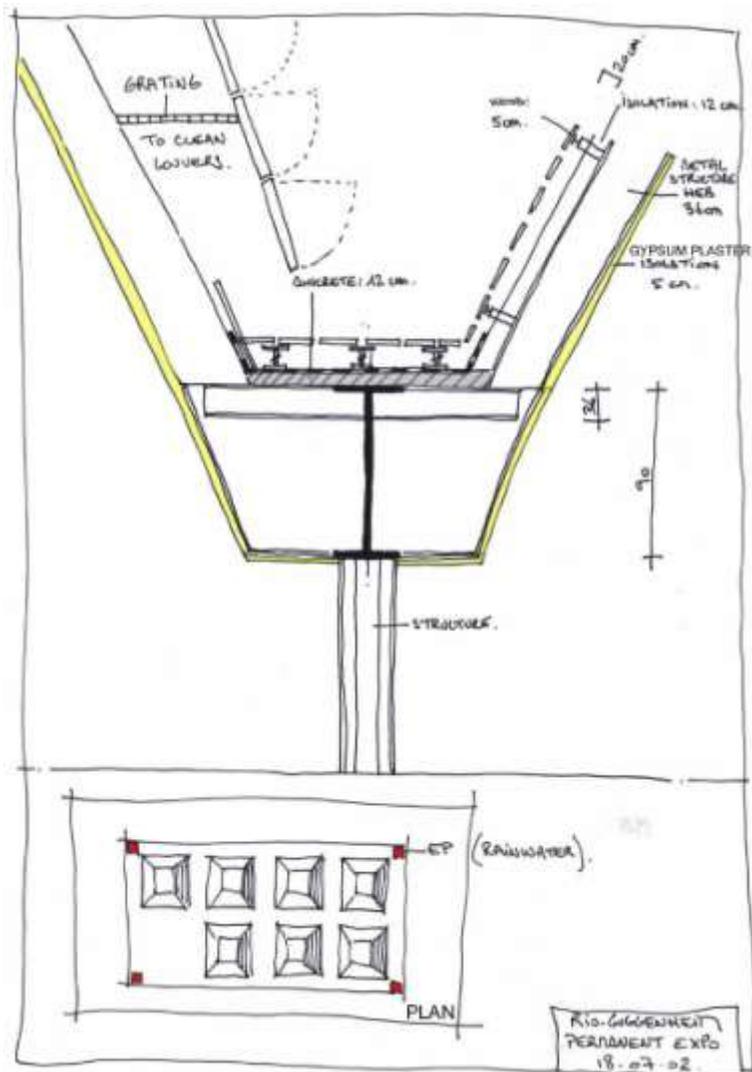
Fonte: ARGOS Engineering, Denis Gieulles / AJN (2002)

Figuras 93 e 94 – RGM: Croquis de estudos estruturas metálicas e Sheds



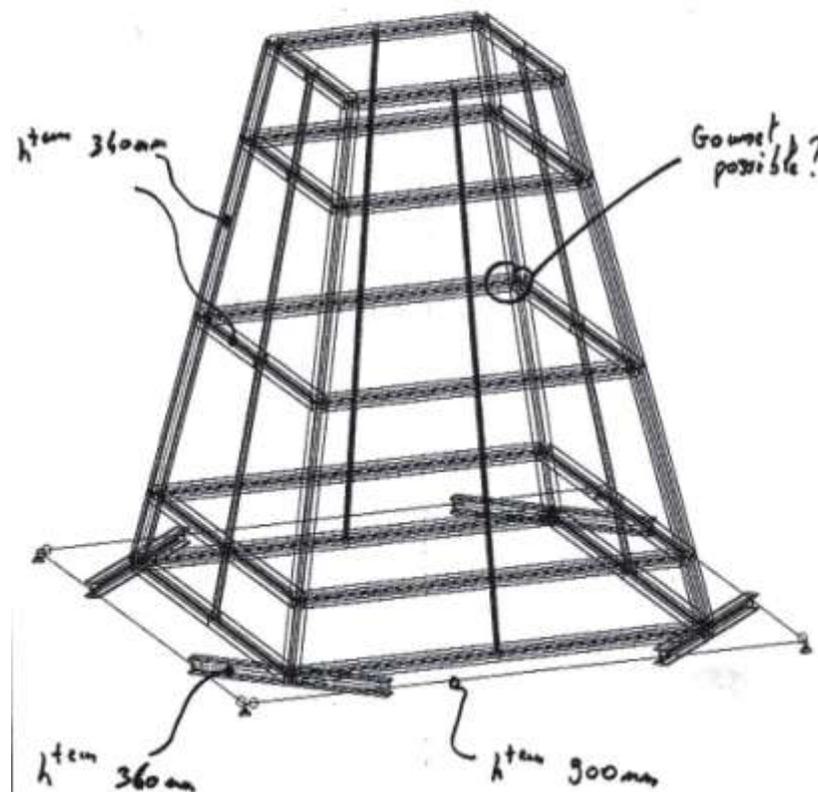
Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figuras 95 e 96 – Croquis de estudos para torres metálicas de iluminação

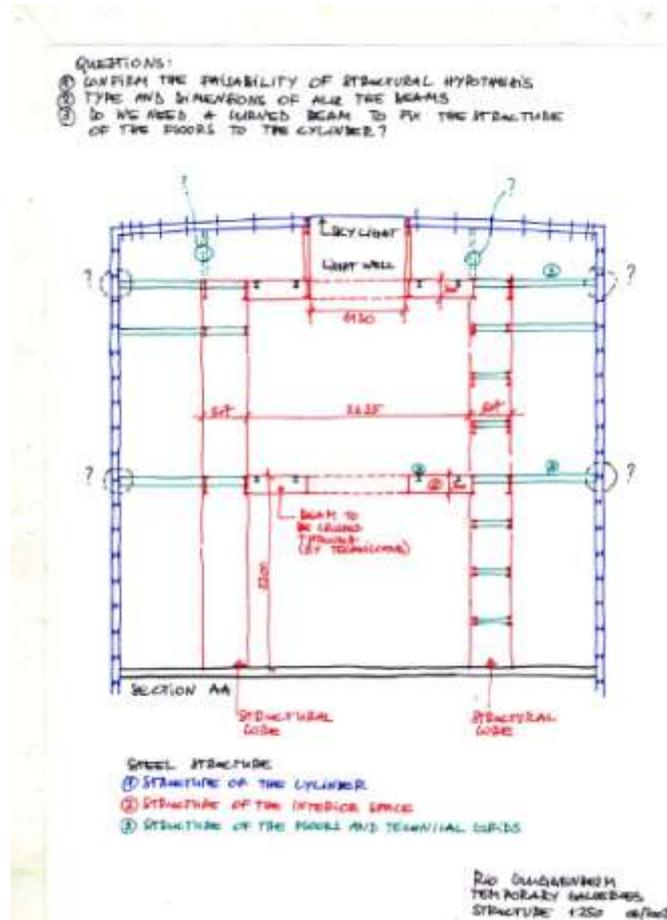
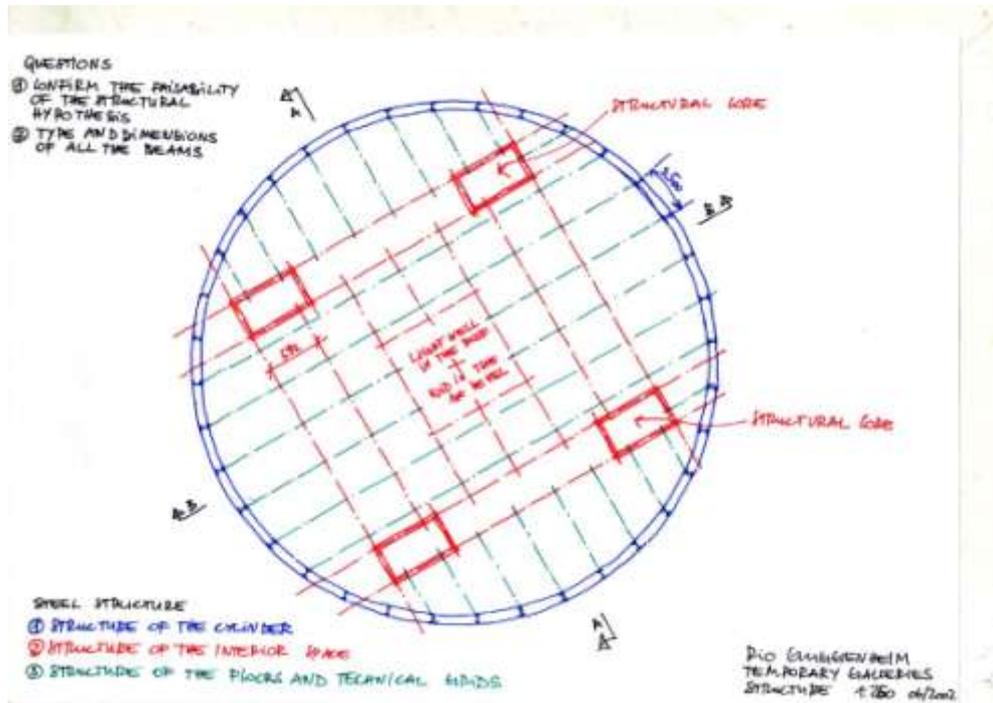


The chimneys are composed of a main metal framed structure, 340 mm thick. The partitions are in multi-storeys frames and the rails form some frames for rigidity. It is possible that some gussets have to be planned in the angles for the links between the rails – under study. This enables to obtain a similar framed structure on all the sides, without cross bracing, including for the glazed part. Of course, a secondary framed structure, supporting the cladding and the “suspended ceiling” will have to be planned.

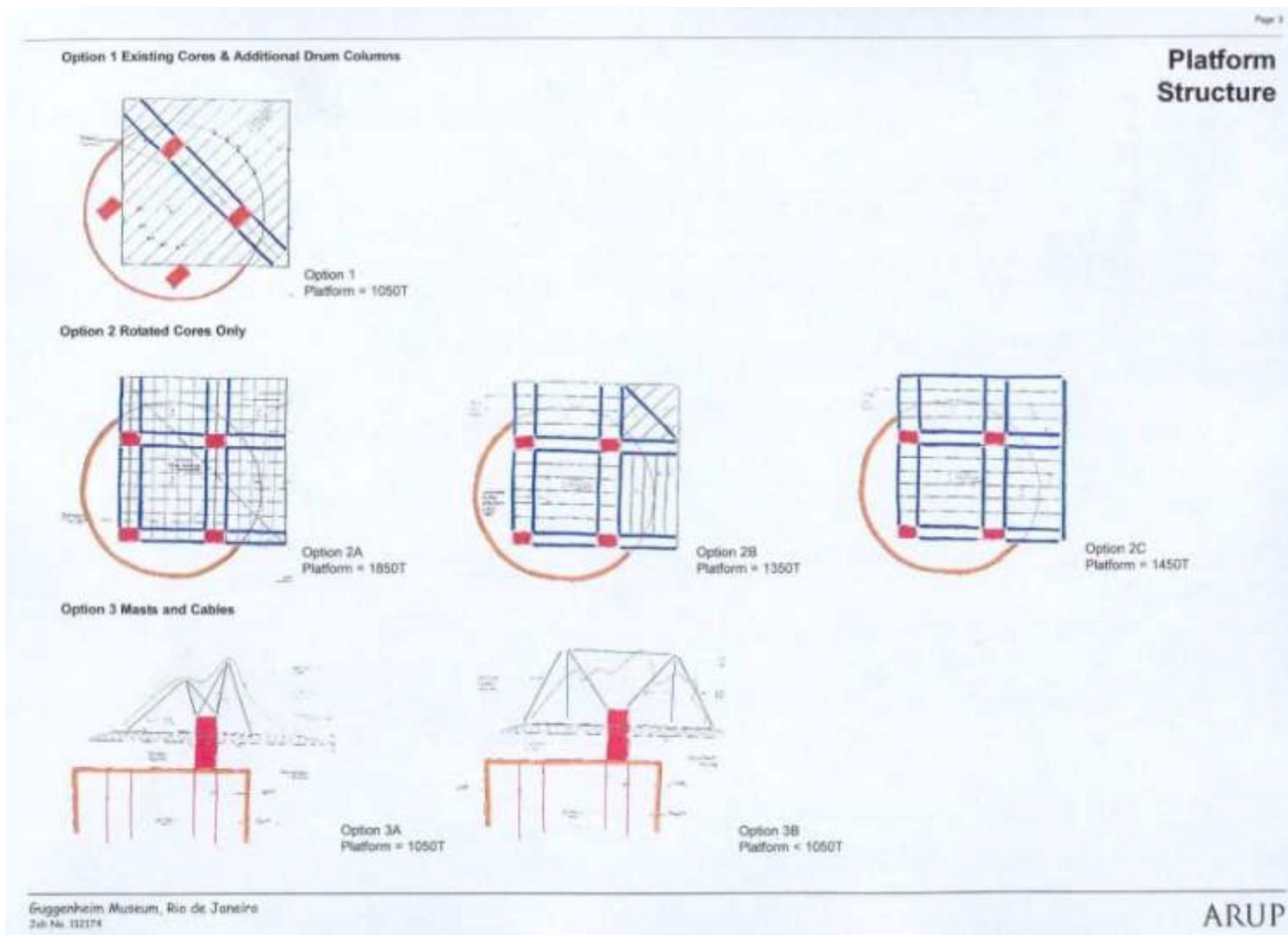
The chimney is based on a trimming system (height : about 360 mm) and a main beam (height : about 900 mm). The main beam is a classical profiled section I axed on the columns, it will be possible to make some openings (diameter up to 550 mm)



Figuras 97 e 98 – Croquis de estudo para a solução estrutural em perfis de aço e chapas de aço cortén do Cilindro da Galeria de Exposições Temporárias

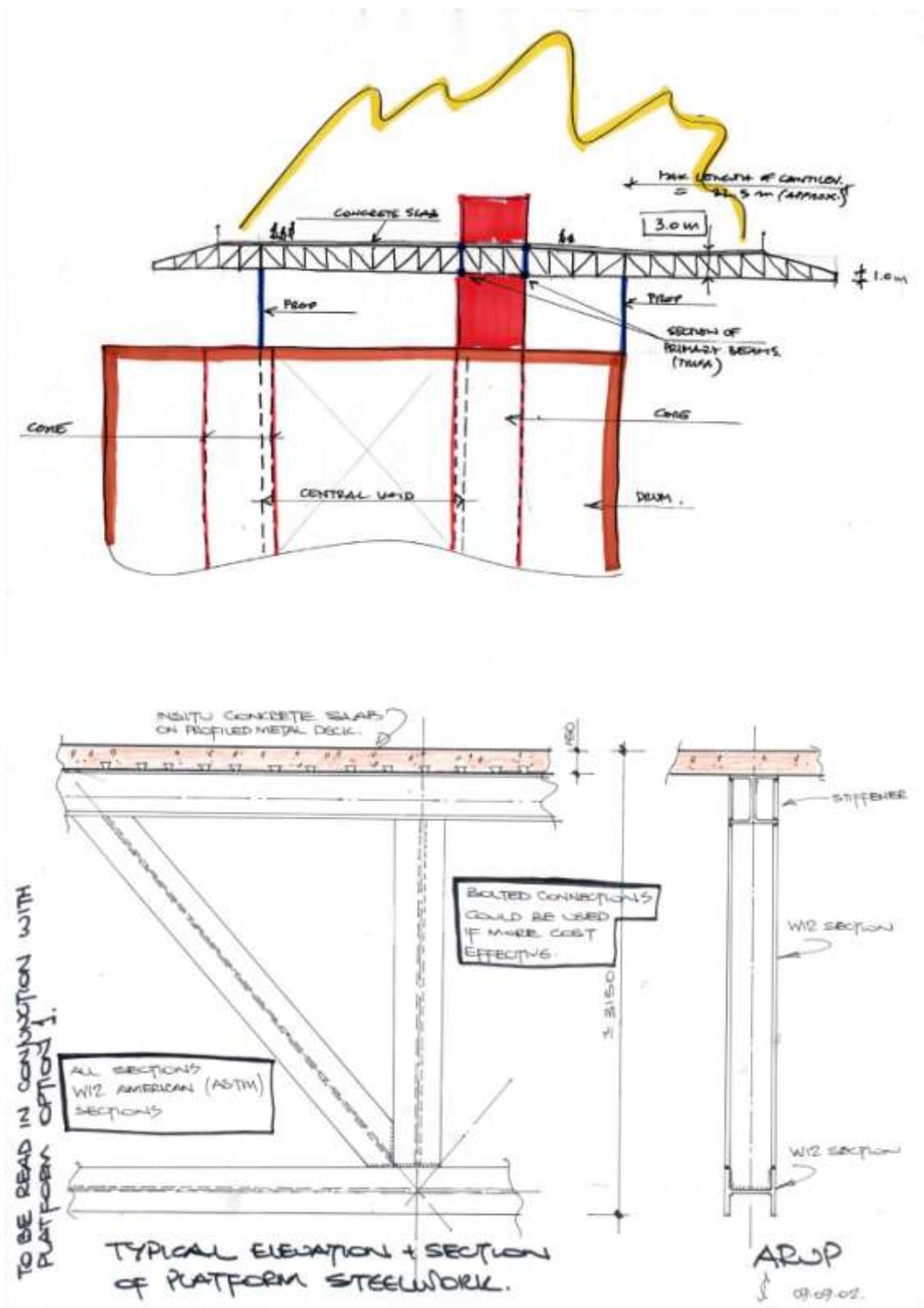


Figuras 99 e 100 – RGM: Croquis de estudo com quatro opções para a solução estrutural da plataforma de base do restaurante



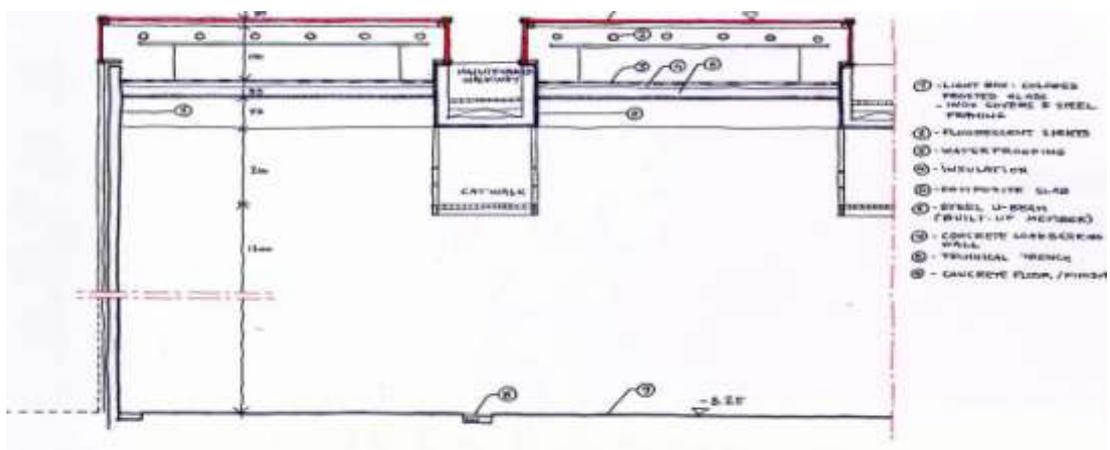
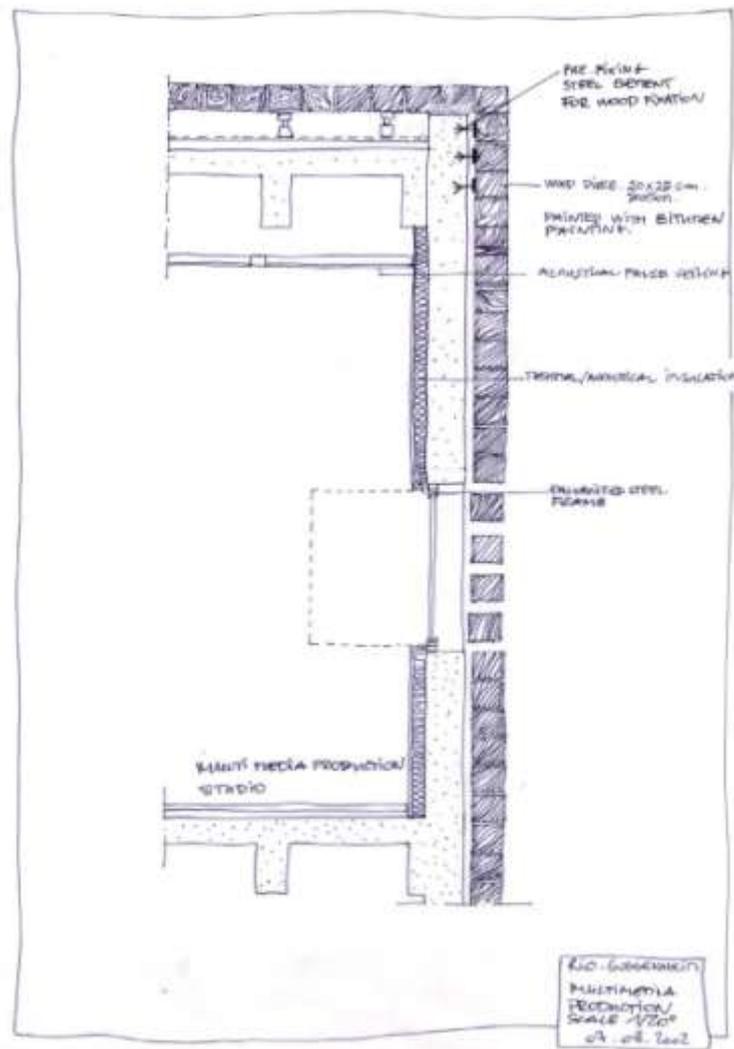
Fonte: Ove Arup Engineering/ AJN (2002)

Figuras 101 e 102 – RGM: Croquis de estudo para a solução estrutural em treliças da plataforma de base do restaurante



Fonte: Ove Arup Engineering/ AJN (2002)

Figuras 103 e 104 – RGM: Croquis e estudos de detalhamento de revestimentos em madeira maciça e vidro colorido



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

3.3.3 Estudo de Impacto Ambiental (*Environment*)

O Estudo de Viabilidade para o Museu compreende um capítulo sobre o Estudo de Impacto Ambiental, no qual foram avaliados problemas ambientais tanto para a construção como para a operação do edifício ao longo de sua vida útil. Foram levantados também todos os aspectos legais envolvendo aprovações e legislações ambientais.

Concluiu-se que a qualidade ambiental da Baía e da área do Pier é muito ruim. Contudo, havia uma capacidade muito grande para regeneração natural que, junto com programas de renovação, deveria permitir uma recuperação completa da área dentro de 15 a 20 anos.

O Projeto Básico de Arquitetura resultaria em grandes obras marítimas e um certo grau de ocupação da Baía. Existem vários aspectos ambientais negativos associados à esse grau de intervenção. Como exemplo, pode-se citar o impacto na qualidade da água da Baía como resultado de construção marítima – a influência de grandes elementos estruturais ocupando a Baía (quebra-ondas, âncoras, etc.), uma possível influência de descarte inadequado de material escavado, riscos à saúde associados à espelhos d' água e jardins tropicais do projeto proposto (insetos, água parada, etc.).

Possíveis impactos de longo prazo no futuro Museu incluíam: atividades marinhas agressivas, impactos de embarcações e de aviões, derramamentos de óleo e o desconforto causado por altos níveis diários de ruídos no Pier: 72/75 dB, com picos de 89 dB.

Pesquisas analíticas realizadas no solo do Pier durante os meses de maio e junho de 2002 mostraram a presença de contaminação do solo e da água. Recomendou-se tratamento de todos os materiais escavados do Pier para adequação aos níveis de contaminação internacionalmente aceitáveis. No caso de as operações de escavação não serem realizadas no Pier, o confinamento do solo contaminado seria suficiente. Seriam necessários cerca de 270.000 m³ de materiais escavados de Pier para atender ao Projeto Básico de Arquitetura. Esse material poderia ser transportado para um aterro controlado ou ser usado para preencher elementos

estruturais que ocupam a Baía (dependendo da solução adotada). Recomendou-se uma campanha de pesquisas detalhadas para elaborar e avaliar um programa adequado de tratamento para os solos contaminados no Pier.

Em relação ao sistema de climatização e conforto ambiental, concluiu-se que, com os dados disponíveis naquele momento, não era possível usar regras gerais para assegurar que um sistema passivo, ou um conjunto destes, poderia garantir a manutenção das condições desejadas de temperatura e umidade. Então era indispensável contar com um sistema ativo mais convencional, que poderia, facilmente, garantir as rígidas condições de temperatura e umidade do Museu. Também era possível implementar um sistema ativo-passivo misto para reduzir o impacto da energia utilizado nos sistemas convencionais. Nesse caso, tanto o investimento quanto o custo de manutenção seriam mais altos.

O sistema de dupla cobertura proposto pelo projeto de arquitetura foi considerado viável e muito recomendável. Essa solução de ventilação natural através do uso dos sistemas de dupla cobertura ou fachada são capazes de refrigerar espaços internos durante o verão e utilizar ar pré-aquecido para aquecê-los durante o inverno.

Em relação ao nível d'água do mar, o EV concluiu que, segundo as previsões dos últimos estudos meteorológicos sobre mudança climática na Terra, o nível do mar deverá subir de 0,4 a 0,65m até o ano 2100. Além disso, efeitos da mudança climática estão cada vez mais presentes, como pode-se observar através da ocorrência de secas, tempestades, ventos fortes, furacões, ondas grandes, etc. No entanto, as plantas mostravam uma diferença de apenas um metro entre o nível do mar na maré alta e o nível do Pier.

No tocante à estimativa de custos, chegou-se à conclusão de que, para a execução do jardim tropical, com aproximadamente 7 plantas/m², e pátios, conforme a consultoria prestada pelo especialista Patrik Blanc, o investimento seria de 4,5 milhões de euros para os 1.350 m² de jardins e 11.000m² de pátios.

O custo estimado do investimento para as instalações relacionadas ao bombeamento, tratamento e desinfecção dos espelhos d'água, que inclui a cascata artificial, foi de US\$ 2,7 milhões.

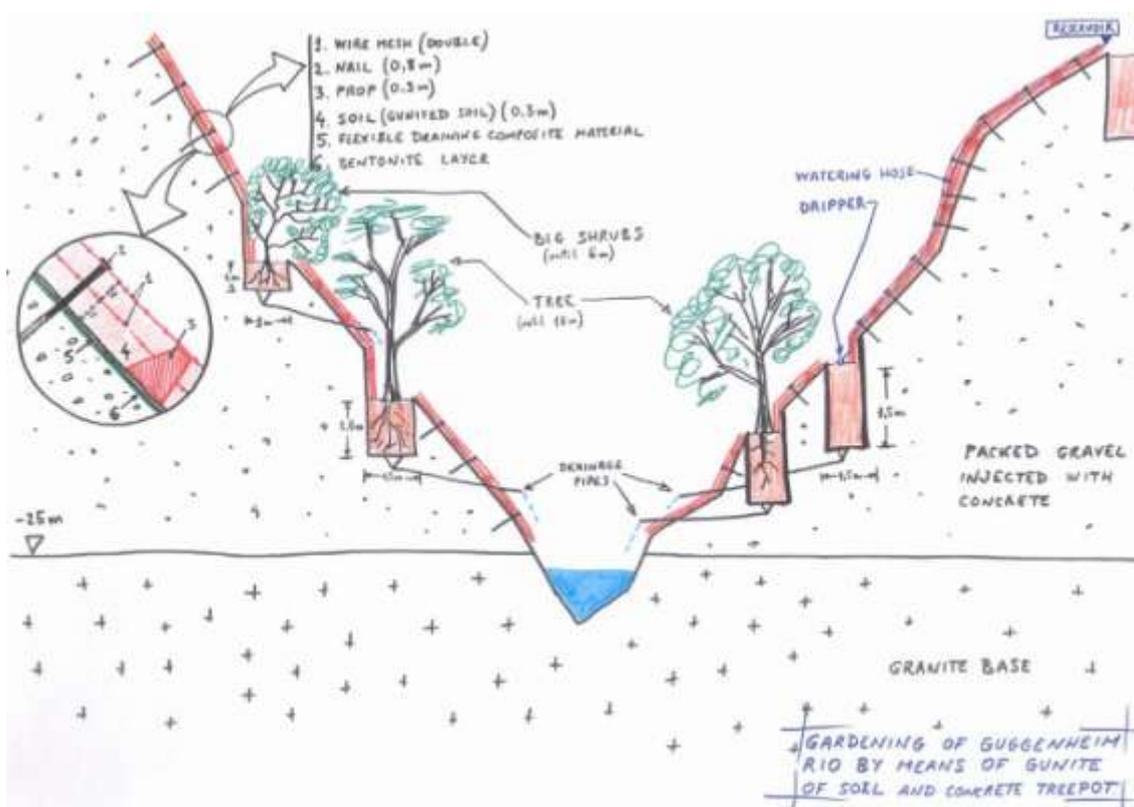
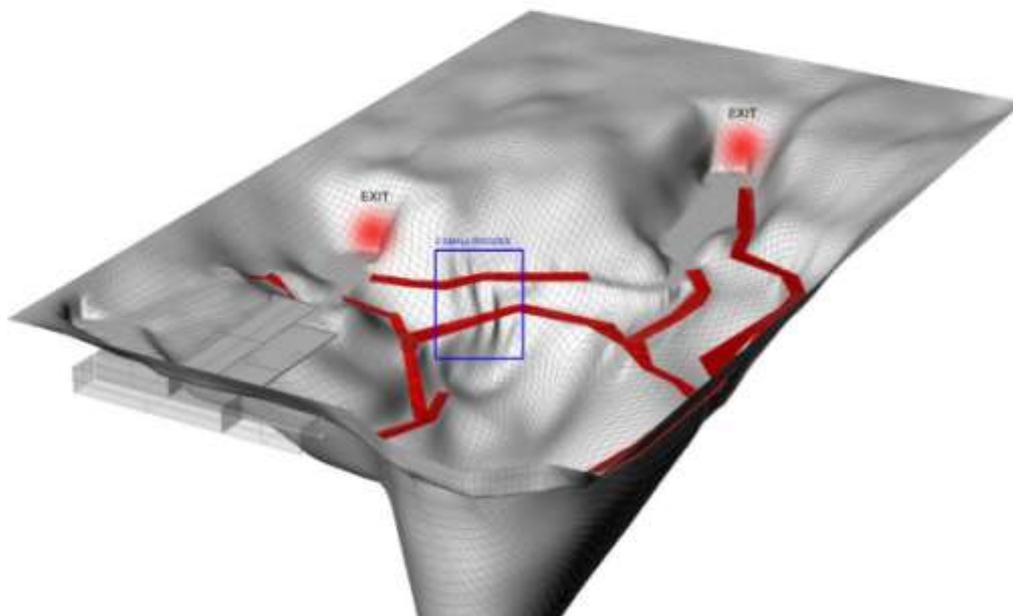
Já o custo total anual de manutenção previsto para o museu seria de US\$ 556.752, muito maior do que aquele estimado inicialmente na fase de Projeto Básico.

De acordo com Mascaró (1995):

[...] mais importante que os custos de construção e instalação dos equipamentos são seus custos de manutenção e uso, muito mais difíceis de se prever, pois, na maioria dos casos, a manutenção que se fará não será do tipo preventivo e sim corretivo, efetuando-se quando se apresentem os defeitos e afetando (o que é mais grave) não só a instalação propriamente dita, mas também as partes do edifício que a contém.

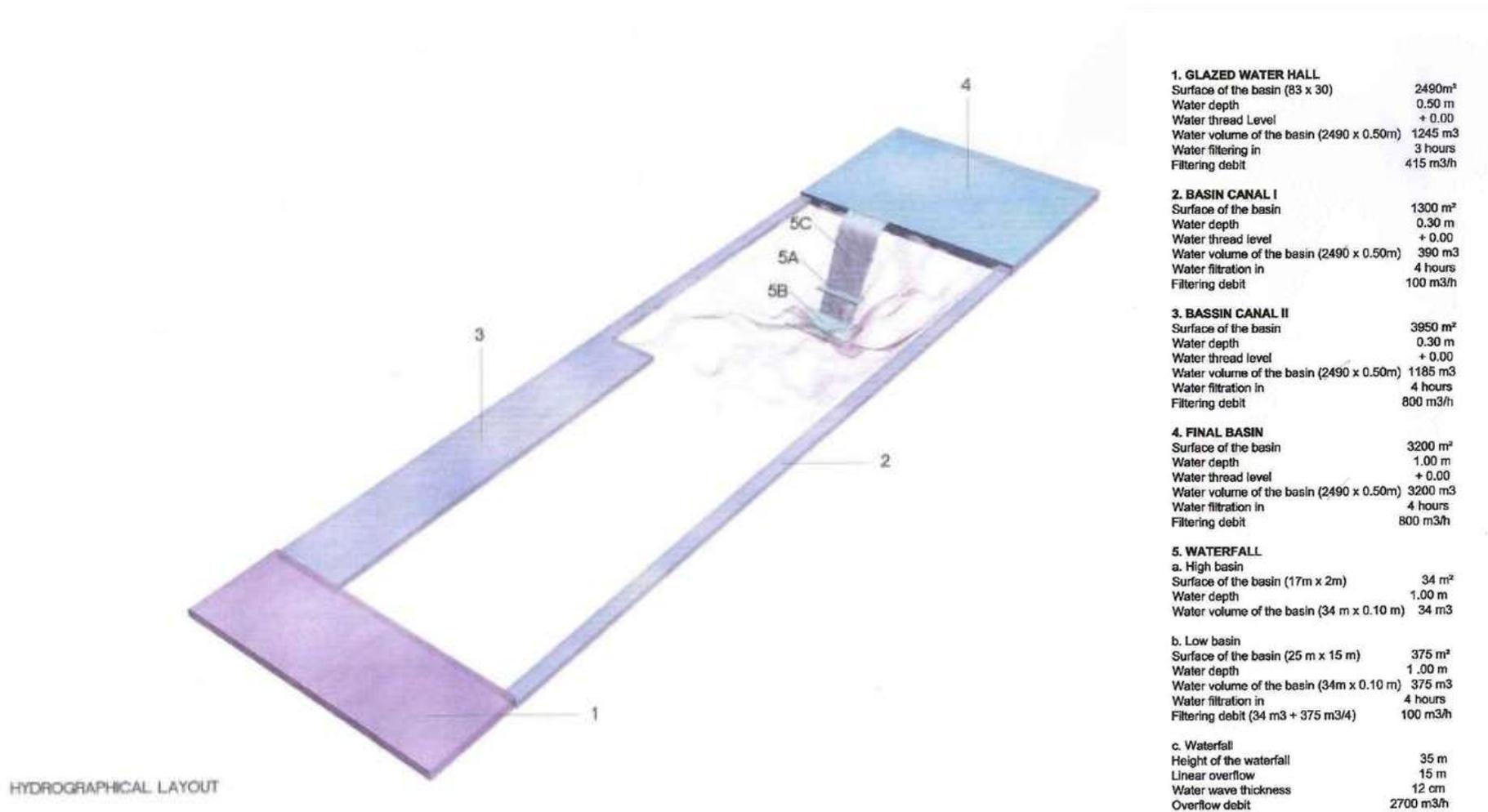
A falta de manutenção dos espaços construídos levará, a longo prazo, o edifício a deixar de cumprir suas funções, enquanto uma instalação sem conservação permanente e reparação imediata, pode torná-la não só inabitável em horas, como também causar danos muito mais significativos que o simples custo da reparação da instalação deteriorada.

Figuras 105 e 106 – RGM: Croquis da solução para execução do Jardim Tropical



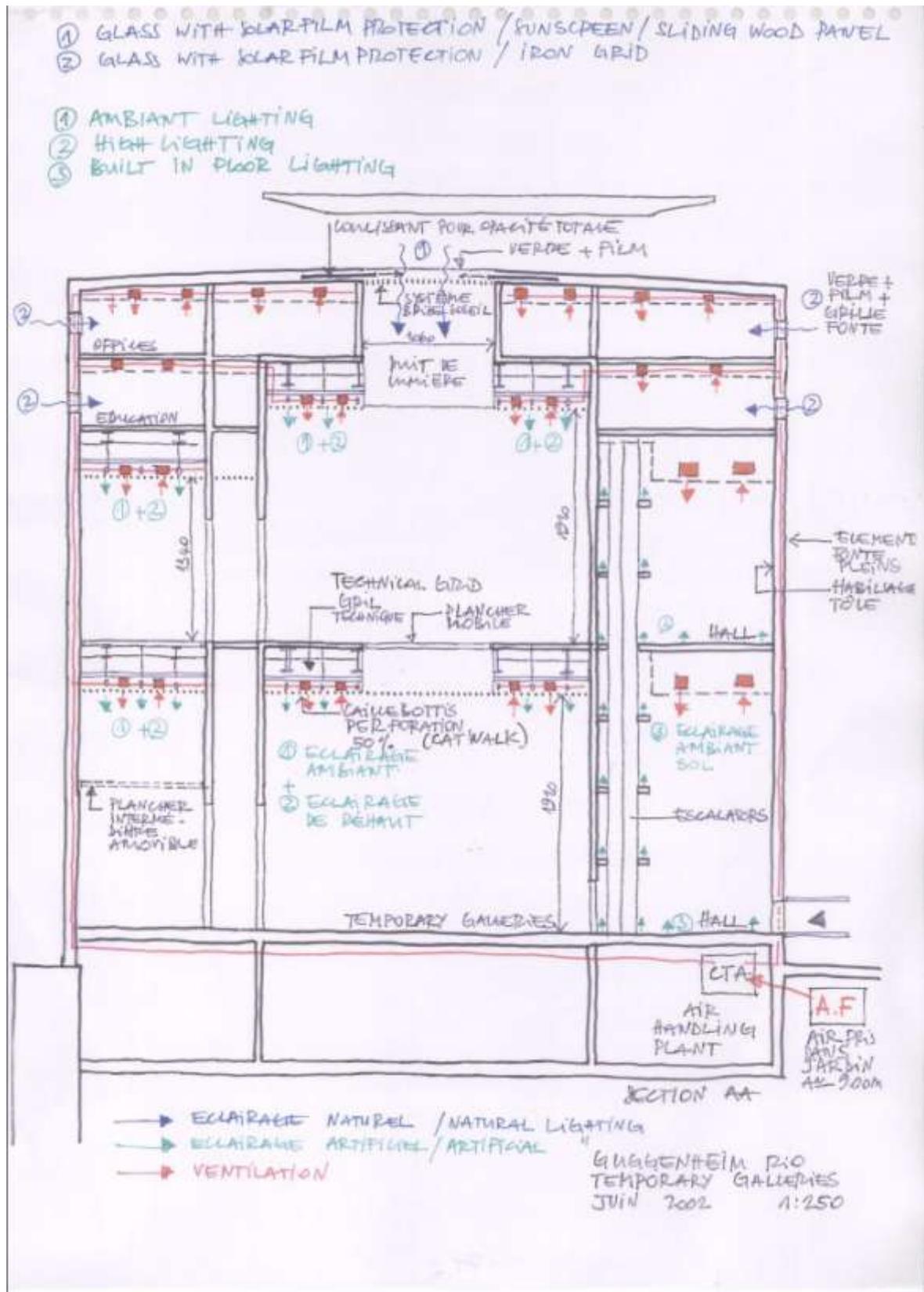
Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, Patrick Blanc/ AJN (2002)

Figura 107– RGM: Configuração Hidrográfica – Espelhos d’água e cascata



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

Figura 108 – RGM: Croqui de estudo do desempenho energético e ambiental mostrando sistemas de iluminação e climatização naturais e artificiais/ mecânicos



Fonte: Projeto Básico de Arquitetura, AJN (2002)

3.3.4 Análise do Entorno e Legislação (*Site Overview / Local Regulations*)

Após estudo detalhado do Programa de Revitalização da Área Portuária do Rio, desenvolvido pelo Instituto Pereira Passos, da Prefeitura do Rio de Janeiro, o EV concluiu que todos os projetos desse Programa precisariam ser executados para que se pudesse alcançar os objetivos propostos pela Secretaria Municipal de Urbanismo da Prefeitura de Rio de Janeiro, pois, na sua concepção, este Programa serviria como um plano total de regeneração urbana e social.

Entretanto, devido ao grande potencial da área e considerando as experiências positivas de outras cidades que realizaram projetos de regeneração de orlas e o espaço conseguido pela cidade das áreas industriais, como em Pittsburgh ou Londres, concluiu-se que objetivos mais ambiciosos que desenvolveriam as partes deterioradas do porto criariam mais sinergia com o Museu, para então atrair investimentos do setor privado.

Por essa razão, o plano de revitalização aprovado pela Prefeitura era visto como necessário, além de identificar novos projetos simbólicos que poderiam, junto com o Museu, gerar os efeitos de revitalização da área num nível internacional.

Esses projetos poderiam ser definidos através de um concurso internacional que, dentro do contexto de um plano estratégico integral que considera a sinergia entre a combinação de usos comerciais, culturais e de lazer (congressos e centros de exposições, centro empresarial, novos centros culturais e de lazer, áreas comerciais e a remoção de barreiras urbanas e arquitetônicas, como o rebaixamento da Av. Rodriguez Alves, por exemplo), identificaria projetos específicos que agregassem mais valor à área e, dessa forma, serviriam como um complemento à oferta do Guggenheim.

O EV identificou também que seriam necessárias negociações prévias com todas as entidades envolvidas na posse do Pier (DOCAS S.A., Consórcio Pier Mauá ou o Governo Federal) para a obtenção da posse ou da concessão necessária para a construção do Museu. O consórcio Pier Mauá S.A. mantém os direitos ao Pier até o ano 2023, com a possibilidade de estender a concessão para mais 25 anos.

Além dessas negociações, de acordo com o Projeto Básico de Arquitetura, várias outras entidades estariam envolvidas no processo de aprovações. As licenças obrigatórias para a construção e a exploração do Museu no Pier Mauá envolviam as competências municipais, nacionais e federais, porque implicavam na ocupação da Baía de Guanabara. No âmbito nacional, incluem-se, no caso das licenças ambientais, as autoridades nacionais de águas e a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA); o nível federal abrange a Secretaria de Patrimônio da União, a administração do Porto do Rio, as autoridades portuárias, a Marinha e a Companhia das Docas. Portanto, para cada uma das organizações envolvidas, deveria ser realizada uma abordagem com o objetivo de obter orientação a respeito do tempo e custo necessário para cada licença.

Por fim, considerando-se a complexidade do edifício e do local de implantação, o Estudo de Viabilidade como um todo se tornou determinante na validação da viabilidade do Projeto Básico perante o grupo de *stakeholders*. Entretanto, este estudo promoveu uma revisão completa do Projeto Básico, uma vez que deveria ter sido realizado como insumo para o projeto, e não apenas como instrumento para sua validação.

Conforme abordado por Hershberger (2000):

O Programa de Necessidades de Arquitetura é a avaliação completa e sistemática dos valores, metas, dados e necessidades inter-relacionados da organização do cliente, usuários das instalações e a comunidade do entorno. Um Programa bem concebido resulta em um projeto de alta qualidade.

Figura 109 – Zoneamento da área portuária do Rio de Janeiro



Fonte: IDOM (2002)

[...] o Guggenheim não pode repetir a arquitetura de seus edifícios como um carimbo. Faz parte do seu negócio favorecer o único, o autoral, e o inesperado, como forma adicional de ganhos rentistas. Como parte dos consensos propostos para o Rio, que também vivia uma situação aguda de crise, com o aumento da informalidade, do desemprego e da violência, estavam fortalecimento do turismo e a construção de novos marcos urbanos com forte identidade. No Plano Estratégico da Cidade, aprovado em 1995, a construção de grandes obras de efeito simbólico e repercussão internacional já fazia parte do cardápio de intervenções. Numa metrópole desigual como o Rio, a escala dos problemas e o tamanho dos conflitos, contudo, não podem ser comparados com os de Barcelona e Bilbao. [...]

Uma das regiões estratégicas para a renovação urbana do Rio era a transformação de sua decadente área portuária em um waterfront digno das renovações de São Francisco, Boston e Nova York, além da própria Barcelona. [...] Mas, até então, faltava o investimento capaz de representar o turning point da operação urbana. E uma filial do Guggenheim parecia ser uma excelente oportunidade para deslanchar o processo de renovação e reinserir o Rio de Janeiro no panorama internacional.

Como em Bilbao, o museu não era uma obra isolada, mas integrada numa estratégia de empresariamento urbano e city marketing. [...]

Disputando a filial sul-americana do Guggenheim com Santiago do Chile, Buenos Aires, São Paulo, Recife e Salvador, o Rio foi escolhido para receber o museu. [...]

Em 2001, quando Cesar Maia retornou à prefeitura, o projeto do novo museu já fazia parte de sua campanha. Não houve consulta pública sobre o assunto ou concurso aberto de projetos. No mesmo ano foi acertado com Krens e Nouvel o início do processo, e assinado um contrato [...]

Segundo Jean Nouvel, a oportunidade para a cidade do Rio de Janeiro era única: “Um projeto dessa natureza é muito atraente, o primeiro na América do Sul, teria rápido retorno do investimento, como ocorreu em Bilbao, na Espanha. O Brasil entraria no circuito da arte internacional. E não existe isso de um museu concorrer com outro. Na Europa há muitos museus ‘concorrentes’. Na realidade, todos se beneficiariam com o fluxo criado pelo Guggenheim, que também seria o motor de uma grande operação de reconstrução da região do porto [...]. (ARANTES, 2010)

Contudo, diferentemente de Bilbao, uma cidade de médio porte e fora do mapa turístico, os efeitos econômicos do empreendimento não eram facilmente visualizáveis. Por ser o Rio uma metrópole maior, complexa e já consolidada como destino turístico internacional, os benefícios da operação dificilmente seriam similares aos do “Efeito Bilbao” (ARANTES, 2010).

“Efeito Bilbao” foi um termo criado para descrever o processo e seus desdobramentos para esse tipo de empreendimento, conforme descrito por Pedro Arantes:

Após inaugurado, o museu (Guggenheim Bilbao) passou a atrair cerca de um milhão de visitantes por ano, dez vezes mais do que o Guggenheim de NovaYork e, segundo dados oficiais, seu gasto foi ressarcido aos cofres públicos, na forma de aumento da arrecadação, em quatro anos. O crítico americano Hal Foster chega a dizer que, depois desta obra, a arquitetura não foi mais a mesma, e vive-se a cada novo projeto do gênero uma espécie de “Efeito Bilbao”, no qual cada cidade procura construir um espetáculo de magnitude similar com o objetivo de atrair novos fluxos de capital. O museu é o resultado mais bem-sucedido de co-branding urbano até o momento, associando as marcas de Guggenheim, Bilbao e Gehry numa alavancagem midiática conjunta. [...]. (ARANTES, 2010)

A arquitetura contemporânea vive hoje uma arriscada fusão com a publicidade e a indústria do entretenimento. Tal convergência exige uma expansão da forma arquitetônica até o limite de sua materialidade. Em busca da renda informacional máxima, característica do universo das marcas mundiais, constatamos uma inversão de seus antigos fundamentos construtivos e produtivos, subvertidos por um jogode volumes e efeitos para além de qualquer regra ou limitação. Aliado às técnicas digitais de projeto e à reorganização dos canteiros de obra, esse novo fetichismo da forma, análogo à autonomização do poder e da riqueza abstrata no capitalismo contemporâneo, define a nova condição da arquitetura. (ARANTES, 2010)

À época do desenvolvimento dos projetos, o Jornal O GLOBO publicou, em seu Editorial, a seguinte matéria escrita pelo jornalista Davino Pontual:

Uma interrogação

Iniciado há três anos, o projeto de instalação de um Museu Guggenheim nas imediações da Praça Mauá entra agora no terreno do irreversível, com a assinatura, em NovaYork, dos contratos que ligam a prefeitura do Rio de Janeiro e a Fundação Solomon Guggenheim.

Trata-se, como se sabe, de uma aposta alta — e cara. Embora o projeto tenha sido orçado em US\$ 133,6 milhões, despesas que terão de ser arcadas, em princípio, pela prefeitura, o contrato deixa em aberto a hipótese da necessidade de mais verbas.

Ancorado num inabalável otimismo, o prefeito Cesar Maia afirma que “em quatro ou cinco anos o capital estará recuperado”. Essa visão positiva, entretanto, está por sua vez ancorada em numerosos imponderáveis.

Pelo lado positivo, há o fato de que um projeto desta amplitude poderá alavancar de maneira concreta a revitalização de toda uma área central do Rio de Janeiro. Foi esse contexto social/urbanístico do projeto que levou O GLOBO, desde o início, a olhar com simpatia a empreitada. Mas a situação do Rio de Janeiro tem evoluído muito depressa, nos últimos tempos — e não num sentido favorável. Estamos vivendo uma crise social/urbana inédita; crise que exige cada vez mais concentração de recursos e de inteligência. É neste sentido que se pode perguntar se, no quadro atual, recursos como os agora carreados para este projeto não vão faltar mais à frente.

Um grande museu é uma obra de civilização. Mas a civilização depende de fatores básicos, entre os quais um sem-número de equipamentos urbanos. Não seria melhor cuidar desse básico antes de entrar em projetos sofisticados?

A ferrenha oposição à vinda do Guggenheim para o Rio de Janeiro pode ter alguns motivos aparentemente plausíveis. Realmente a cidade precisa de mais investimentos em tantas outras áreas, como saneamento básico, educação, segurança etc. O que não pode ocorrer, entretanto, é que esse discurso fácil prevaleça e mine em definitivo o projeto do arquiteto francês Jean Nouvel. Trata-se, é bom lembrar, de um projeto inserido num programa de revitalização do Centro do Rio, onde já existem significativos projetos sociais e empresariais.

Um rápido passeio pela História pode ajudar. Na década de 70, havia uma resistência cética e feroz ao projeto do Centre Georges Pompidou (Beaubourg) em Paris. A oposição é muito parecida com a que temos agora no Rio.

O local onde foi erguido o Beaubourg sempre recebeu um olhar atravessado do parisiense mais sofisticado. O comentário, na época, era que o projeto parecia mais “uma refinaria”, e que se tratava de um “iminente fiasco”. Como — questionava a elite cultural francesa — poderá um museu florescer na Cidade Luz tendo em seus arredores bêbados e prostituição? Em pouco tempo viria, como um furacão, a resposta do Centre. E foi justamente esse estilo surpreendente e inusitado — que mantém até hoje — o chamariz de público fiel.

Inaugurado em 1977, o Beaubourg foi derrubando todas as barreiras preconceituosas e conquistando uma inquestionável legião de visitantes — parte dela, inclusive, composta pela “inabalável” elite cultural francesa, que enfim esmoreceu diante do fato concreto e aceitou compartilhar o burburinho cultural do Beaubourg com os segregados suburbanos de Paris e os estrangeiros. O museu é o mais visitado do mundo. Recebe 25 mil pessoas por dia, deixando o Louvre no chinelo. É o segundo local mais visitado do mundo, perdendo apenas para a Disney, que recebe 10 milhões de visitantes por ano — 2,7 milhões a mais que o Beaubourg.

Pompidou, então presidente da França, não viveu até a inauguração do Centre; mas sua visionária frase, pronunciada no finzinho da década de 60, não poderia ser mais precisa: “O futuro centro será um escândalo!” Na mosca.

Beaubourg e Guggenheim mostram que cultura é para todos. Isso, infelizmente, ainda incomoda elites. Então, amigos, será mesmo que os museus do Rio não serão favorecidos com a chegada do Guggenheim? Será que ainda há espaço para uma oposição tão feroz e excessivamente pragmática? Reflitamos.

Figura 110 – Cerimônia de assinatura do contrato de construção do Museu Guggenheim no Rio, em 30 de abril de 2003. Na foto estão o diretor da Fundação Solomon R. Guggenheim Thomas Krens (esq.), o então prefeito Cesar Maia (centro) e o arquiteto Jean Nouvel (dir.).



Fonte: Foto de divulgação, Matéria Jornal O GLOBO (2015)

Quadro 1 – Estudos de Caso

Quadro Estudos de Caso				
	Situação (Fato)	Consequências (+/-)	Conclusões	Proposições
3.2 Museu do Futebol				
3.2.1 Levantamento Cadastral	desenvolvido em partes, imprecisão por causa da complexidade da geometria e falta de padronização da construção e impossibilidade de acesso.	projetos desenvolvidos sem bases cadastrais precisas, erros de projeto solucionados em obra.	risco muito alto de retrabalho e incompatibilidades, aumento no prazo e número de fases de projeto.	investimento em levantamento cadastral preciso e completo desde a fase inicial, uso de recurso de escaneamento 3D, qualificação do profissional de AsBuilt.
3.2.2 Fluxos, populações, acessibilidade, conexões	cálculos do dimensionamento de populações, fluxos de usuários e acessibilidade elaborados com base apenas na legislação vigente, sem <i>benchmarks</i> para comparação.	projeto de arquitetura desenvolvido sem confirmação do atendimento aos requisitos para o funcionamento pleno do Museu.	risco muito alto de retrabalho para a equipe de projetistas e inconformidades no funcionamento do Museu; poderia-se ter incluso na equipe de projeto profissional especialista.	investimento desde a fase inicial no uso criterioso de recursos da tecnologia da informação como modelos em processo BIM e softwares de simulação e análise em tempo real.
3.2.3 Aprovações – Órgãos do Patrimônio	não houve planejamento desta etapa por falta de padrões de referência; conselhos dos órgãos do patrimônio solicitaram a execução de inúmeras reuniões, produção de imagens 3D, documentos e caderno de apresentação.	foram estabelecidos pela equipe de profissionais dos órgãos do patrimônio 3 critérios de abordagem de intervenção diferentes para cada trecho do edifício tombado tornando mais complexo o desenvolvimento dos projetos.	risco muito alto de retrabalho para a equipe de projetistas, interação entre projetistas e órgão do patrimônio deve ser feita desde o EV e fases iniciais do projeto.	utilização de Modelo mais livre e no formato de consultorias pra o inter-relacionamento da equipe de projetistas desde as fases iniciais de projeto "charretes", apresentação de relatório-briefing detalhando questões de projeto para equipe de projetistas.
3.2.4 Aprovações – Segurança contra Incêndio	soluções convencionais e aceitas pelo Corpo de Bombeiros não atendiam o PN e ocupavam grande volume da área expositiva, a equipe de arquitetura desenvolveu uma solução não usual cuja aprovação dependia da interpretação do Corpo de Bombeiros.	foram feitas diversas reuniões de projeto internas da equipe de arquitetura, e desta com a consultoria e o Corpo de Bombeiros, a fim de alcançar uma solução alternativa aprovada pelo órgão, tornando menos eficiente o processo de desenvolvimento dos projetos.	risco muito alto de retrabalho para a equipe de projetistas, interação entre projetistas e corpo de bombeiros deve ser feita desde o EV e fases iniciais do projeto.	utilização de Modelo mais livre e no formato de consultorias pra o inter-relacionamento da equipe de projetistas desde as fases iniciais de projeto "charretes", apresentação de relatório-briefing detalhando questões de projeto para equipe de projetistas.
3.2.5 Projeto de Climatização	foram desenvolvidas 4 versões completas alternativas do Estudo Preliminar do projeto de climatização até a aprovação da versão definitiva pelos órgão do patrimônio, equipe de arquitetura e FRM.	retrabalho, perda do prazo planejado, prejuízo financeiro para a empresa projetista, tornando menos eficiente o processo de desenvolvimento dos projetos.	o processo de projeto e inter-relacionamento da equipe de projetistas deve se feito num Modelo mais livre, sem tantas entregas formais, no formato de consultorias, em concordância com as idéias discutidas no item 2.3.	utilização de Modelo mais livre e no formato de consultorias pra o inter-relacionamento da equipe de projetistas desde as fases iniciais de projeto "charretes", apresentação de relatório-briefing detalhando questões de projeto para a equipe.

Quadro Estudos de Caso				
	Situação (Fato)	Consequências (+/-)	Conclusões	Proposições
3.2.6 Solução para Instalações Aparentes	decisão de projeto durante o projeto Pré-executivo de expor todas as instalações e sistemas do Museu com componentes contendo desenho especial ao invés de sistemas industrializados padrão de mercado.	aumento considerável no escopo de trabalho do projeto de arquitetura, dificuldade em atender prazos inicialmente estimados, prejuízo financeiro para a empresa projetista de arquitetura.	diretriz de projeto deveria ter sido elaborada na fase inicial através de EV mais abrangente com detalhes das características do local e incluída no planejamento físico-financeiro inicial.	investimento em EV mais abrangente com detalhes das características do local de implantação e objetivos do empreendimento e planejamento físico-financeiro inicial e escopos de contratos mais detalhados; utilização de processos de projeto em 3D com o BIM.
3.2.7 Projetos Estruturais	necessidades de reforços estruturais detectados apenas após prospecções, definições do projeto e aprovação pelo patrimônio; decisão de projeto de utilizar estruturas em madeira nas passarelas de circulação atirantadas e volumes das bilheterias do Museu e do Estádio com detalhamento específico desenvolvido em conjunto pelas equipes projetistas; mudança do local da sala expositiva para vão sob a estrutura de sustentação da laje da arquibancada.	aumento no escopo e tempo de obra, além de uma elevação considerável no orçamento inicial; divergências a cerca de soluções e responsabilidade técnica; instalação de carpintaria em obra; aumento significativo do custo de obra e aumento do escopo de projeto.	prospecções estruturais e levantamentos cadastrais AsBuilt deveriam ter sido realizados na Fase de EV; diretrizes de projeto deveriam ter sido elaboradas na fase inicial, através de EV, com análise detalhada das possíveis soluções estruturais, de acordo com as características do local; houve pouca maturidade da equipe de projeto.	investimento, prospecções estruturais e levantamentos cadastrais na Fase de EV, com detalhamento das características do local de implantação, dos objetivos do empreendimento e do planejamento financeiro inicial.
3.2.8 Projeto de Iluminação	divergência de visão e abordagem nas soluções elaboradas pelo projetista em relação à equipe de arquitetura e museografia.	houve cancelamento do contrato e a troca do projetista durante o desenvolvimento do projeto de arquitetura e museografia.	deve haver coerência na escolha da equipe de projetista e conhecimento prévio e detalhado das características do empreendimento.	investimento em escolha e contratação mais cuidadosa da equipe de projetistas tendo com insumo EV mais abrangente.
3.2.9 Escritório de Obra	implantação do escritório de obra da empresa projetista de arquitetura na 2a Fase de obras.	melhorou o inter-relacionamento entre projetistas, gerenciadora, cliente e construtoras; por outro lado gerou erros na troca de informações e dúvidas quanto a responsabilidade técnica com a equipe da gerenciadora.	acabou se tornando fundamental para o inter-relacionamento entre projetistas, gerenciadora, cliente e construtoras e aumentou a qualidade das soluções de projeto e de sua execução; dificultou comunicação interna da equipe de arquitetura.	deve haver previsão da necessidade do escritório de obra da equipe de projeto desde a fase de contratação; deve-se evitar sempre que possível a sobreposição do projeto executivo com a obra.

Quadro Estudos de Caso				
	Situação (Fato)	Consequências (+/-)	Conclusões	Proposições
3.2.10 Gerenciadora/ Fiscalização	atuação da gerenciadora não revertia em qualificação da interação entre equipe de projetistas e nas qualidade das soluções de projeto.	empresas gerenciadora da obra e projetista de arquitetura incluíram profissionais em suas equipes na tentativa de melhorar a qualidade da interação entre equipes e das soluções de projeto.	a utilização de modelo de gestão mais controlador e a falta de experiência das empresas gerenciadora e projetista de arquitetura sobre a natureza do trabalho de cada envolvido impediam que as metas de prazo e a qualidade do projeto fossem atingidas. gerenciadora com perfil em gestão de obras e não de projetos.	utilização de Modelo mais livre e no formato de consultorias pra o inter-relacionamento da equipe de projetistas desde as fases iniciais de projeto "charretes", qualificação das equipes profissionais das empresas e valorização do profissional gestor de projetos.
3.2.11 Fluxogramas	fluxograma do planejamento inicial apresentava poucas fases e "portais" de projeto levando-se em conta a complexidade e quantidade de envolvidos no empreendimento.	fluxograma foi instrumento que não representou o desenvolvimento real do projeto e, portanto, novas fases "portais" e empresas projetistas foram adicionadas.	utilização de modelo de gestão mais controlador e a falta dos insumos e informações necessários nas fases iniciais aumentaram os prazos e o número de fases previstas no fluxograma inicial.	utilização de Modelo mais livre e no formato de consultorias pra o inter-relacionamento da equipe de projetistas desde as fases iniciais de projeto.
3.3 Museu Guggenheim Rio				
3.3.1 Orçamentação (Cost Model)	o estudo de orçamento foi realizado ao longo da etapa final do Projeto Básico e após Interação com Construtoras locais.	houve a necessidade de revisão geral do Projeto Básico após orçamentação para alteração de soluções construtivas e redução dos custos de obra.	Projeto Básico não levou em conta a realidade da Cultura, a capacidade técnica do mercado de construção e realidade econômica local brasileira.	orçamentação mais detalhada e em parceria com construtoras locais deve ser realizada nas fases iniciais, antes do Projeto Básico e como insumo para este.
3.3.2 Estrutura (Structure)	na etapa final do Projeto Básico foram levantadas as reais características e o real potencial estrutural do Pier e do subsolo, que não detectados durante a execução desta etapa.	houve aumento do valor estimado para obras de fundações, escavações e muros de contenção para validação da possibilidade de implantação do Museu sobre o Pier Mauá.	considerada a complexidade do edifício e do local de implantação, o Estudo Estrutural se torna imprescindível como insumo para o desenvolvimento do Projeto Básico.	Estudo Estrutural mais abrangente deve ser realizado nas fases iniciais, antes do Projeto Básico e como insumo para este.
3.3.3 Estudo de Impacto Ambiental (Environment)	na etapa final do Projeto Básico foram levantados os problemas ambientais para a construção e operação do edifício do Museu, que não detectados durante a execução desta etapa.	houve aumento do valor estimado do custo de construção, operação e manutenção do edifício do Museu ao longo de sua vida útil.	considerada a complexidade do edifício e do local de implantação, o Estudo Ambiental se torna imprescindível como insumo para o desenvolvimento do Projeto Básico.	Estudo Ambiental mais abrangente deve ser realizado nas fases iniciais, antes do Projeto Básico e como insumo para este.
3.3.4 Análise do Entorno e Legislação (Site Overview/Local Regulations)	conclusão de que havia a necessidade de novas aprovações e dependência da implantação de programas da Prefeitura do Rio para a viabilização do Museu.	houve aumento do custo e prazo para aprovações com necessidade de abordagens específicas, aumento de incertezas em relação à viabilidade do Museu.	Projeto Básico não levou em conta complexidade e riscos de realidade da legislação e stakeholders locais brasileiros.	EV mais abrangente deve ser realizado nas fases iniciais, antes do Projeto Básico e como insumo para este.

4. CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES

Verificando os objetivos propostos no Estudo de Caso, foram analisadas, por meio do estudo de dois empreendimentos e da pesquisa bibliográfica, as etapas iniciais de projetos de alta complexidade e fora dos padrões de projetos do mercado imobiliário.

Neste capítulo, os itens 4.1 e 4.2 apresentam uma análise crítica do processo de projeto desses empreendimentos, do impacto das decisões de projeto e dos desafios inerentes à essa tipologia de edificações, e identificam melhorias a serem implementadas.

Os itens 4.3, 4.4 e 4.5 discorrem sobre as proposições e ações preventivas que podem ser adotadas pelo grupo de projetistas e coordenadores em novos projetos complexos.

Por fim, as sugestões para futuros trabalhos de pesquisa são abordadas no item 4.6.

4.1 A Utilização de Tecnologia de Simulação em Tempo Real e Modelos em Processo BIM

Os dois projetos objetos do estudo de caso, desenvolvidos totalmente em plataforma AutoCAD, poderiam ter se beneficiado enormemente do uso de recursos da Tecnologia de Informação para a qualificação do processo de projeto, como *softwares* de simulação em tempo real e modelos dos edifícios baseados em processos BIM, para avaliações sucessivas, ao longo do processo, das soluções para o levantamento cadastral, orçamentação, soluções de projeto e para desempenho energético e ambiental, conforme relatado no item 2.6.2.

Nos levantamentos cadastrais, em razão da complexidade da geometria e imprecisão da construção, poder-se-iam utilizar *softwares* de escaneamento 3D a laser do edifício, com equipamentos como os pertencentes à empresa FARO *Technologies* (<http://www.faro.com/pt-br/home>).

Na orçamentação, caberia a utilização de *softwares* de análise do modelo para extração de quantitativos, como o Solibri (<https://www.solibri.com/>) e BIM 5D para estimativa de cronograma e preços, como o Vico Office (<http://www.vicosoftware.com/products/Vico-Office>), que permitiriam suporte em tempo real para as alternativas de projeto, ferramenta que teria sido fundamental no processo de projeto do RGM.

Na avaliação das decisões e soluções de projeto nos dois empreendimentos, poderiam ser utilizados *softwares* de simulação e análise de fluxos de pedestres e multidões, como o Mass Motion, da Oasys Software (<http://www.oasys-software.com/products/engineering/massmotion.html>), que permite a programação e a rápida avaliação de um comportamento individual para a representação de cada usuário durante toda a duração de sua jornada no ambiente.

Para avaliações do desempenho ambiental e consumo energético, a utilização de *softwares* de projeto baseado em performance (Performance-Based Design), como o Sefaira (<http://sefaira.com/sefaira-collaborative-platform/>), seriam de grande valia.

Algumas dessas ferramentas ainda possuem custo muito elevado para o mercado de empresas de projeto brasileiras. Segundo o *site* da fabricante, o valor por licença do *software* MassMotion é de 17.500 libras; entretanto, outros *softwares* já se tornam mais viáveis, como por exemplo, o Sefaira, com custo para uma assinatura anual de aproximadamente 900 libras, ou R\$ 0,35/m² para escaneamento 3D à laser de edificações com o equipamento FARO FOCUS 3D.

É importante ressaltar aqui que o software é ferramenta que acelera o processo de projeto e traz precisão à informação contida neste. A mera utilização da ferramenta não qualifica o projeto, os recursos devem ser utilizados de forma criteriosa em consonância com a inteligência do projeto e como instrumento para interpretação e tomada de decisões na busca de suas soluções construtivas. Podemos citar o exemplo do projeto para o CEMPES da Petrobrás também no Rio de Janeiro, edifício de referência em soluções de desempenho energético e ambiental, onde toda a consultoria e cálculos para estas soluções foram elaborados manualmente e serviram como insumo para o desenvolvimento dos projetos para apenas

posteriormente serem avaliados com o uso de *softwares*. Conforme relato da arquiteta e professora Joana Carla Gonçalves, consultora responsável pelo projeto.

A utilização desses recursos tecnológicos, já mais desenvolvidos hoje do que na época da execução dos dois projetos estudos de caso, permitiria um processo de projeto dinâmico e mais livre, compatível com a forma de trabalho descrita na análise da ideia de Problemas “Selvagens” (item 2.3), de jogadas e avaliações sucessivas, ao invés da distorção dos modelos lineares, conforme apresentado por Barros (2016), e de fluxo de informação, ao invés das práticas dos modelos determinísticos baseados em contratos e em entregas de fases do tipo caixa-preta, conforme estudos de Manzione e Melhado (2007).

Como no caso do Rio Guggenheim *Museum*, somente a partir do Modelo de Custo produzido pela IDOM, a realização de alterações nas soluções de projeto que o tornassem mais compatível à realidade econômica e às soluções construtivas brasileiras foi possível. Nesse caso, poderiam ter sido feitas simulações em tempo real para análise de custos e soluções construtivas ainda em etapa inicial que ajudassem na avaliação do impacto econômico do uso de cada material, sistema ou solução, considerando diferentes alternativas, com base na realidade e características locais da cidade do Rio de Janeiro. Esse Modelo de Custo poderia ter sido utilizado durante a fase de PN, permitindo maior direcionamento das decisões de projeto na fase de Projeto Básico e, em paralelo, estabelecendo um orçamento aproximado viável para o empreendimento com os demais *stakeholders*, criando, assim, o par problema-solução, conforme abordado por Dorst e Cross (2001).

Assim como nas controversas questões ambientais do funcionamento e manutenção dos grandes espelhos d’água e jardins tropicais, propostos pela AJN, e considerando a complexidade do edifício e do local de implantação, o Estudo de Impacto Ambiental se torna determinante e deveria ter sido feito como insumo para os projetos desde o início do EV e não ao final do Projeto Básico.

Da mesma forma, no exemplo do MF, a decisão pela diretriz de projeto da solução de instalações aparentes em todo o Museu, que representou um maior aumento no escopo de trabalho da empresa MMA, responsável pelo projeto de arquitetura,

poderia ter sido prevista nas fases iniciais por meio de uma análise mais cuidadosa dos dados, características e necessidades ainda na fase de PN, e incluída no planejamento físico-financeiro e contratos de trabalho, assim com se ter feito uso em fases posteriores de recursos de processos de projeto em 3D, como o BIM, para auxiliar os projetistas de instalações na visualização espacial e compreensão dos espaços e componentes na busca de soluções.

No início dos trabalhos, quando do estabelecimento do escopo de trabalho, dimensionamento da equipe e preparação da proposta comercial, já havia elementos suficientes para uma previsão da complexidade da solução de projeto para instalações do Museu; contudo, a empresa projetista de arquitetura e a equipe de profissionais não possuíam experiência para avaliar as características do empreendimento e prever os prováveis desdobramentos das soluções de projeto. O investimento num PN mais abrangente, conforme demonstrado em Hershberger (2000), teria permitido à empresa projetista de arquitetura visualizar tal questão e realizar o planejamento necessário.

4.2 O Desafio do Projeto de Edificações Complexas

Conforme descrito por Arantes (2010) e diante da controvérsia registrada na imprensa, como nos artigos publicados no Jornal O GLOBO, pode-se observar que os desafios dessa tipologia de edificações não se restringem apenas à sua própria complexidade técnica, custo elevado e envolvimento de diversos atores: a estes se somam os desafios provenientes de pressões e interesses de capitais, empresas e marcas internacionais, ineditismo, de inovação formal e tecnológica, e dos padrões estabelecidos na indústria da construção.

Mark *apud* Melhado (2001) afirma que:

[...] ao contrário dos antigos maîtres d'oeuvre, muitos arquitetos de hoje sentem-se totalmente livres para projetar estruturas com praticamente qualquer forma, não importando seu tamanho ou o ambiente em que venha a se localizar. Esses profissionais confiam exageradamente na intervenção dos consultores de engenharia (sic).

Segundo afirmação desse último autor, a evolução que acontecia naturalmente de uma obra para outra, a partir da observação dos resultados obtidos com novos detalhes e soluções construtivas, não tem sido mais possível, pois existe hoje um “afastamento” entre a empresa de projeto de arquitetura e o canteiro de obras.

Conscientes do quanto esse “afastamento” tem origem na própria formação básica dos profissionais, propõe-se que o contato com os canteiros de obras e com a lógica dos processos que neles se desenvolvem seja um objetivo da renovação curricular dos cursos de Arquitetura. (...)

Os métodos de gestão adotados na coordenação do projeto poderão vir a ser decisivos para seu sucesso e os currículos dos cursos de Arquitetura devem colocar maior peso na formação voltada a essa atividade. ”

Considerando o alto custo do desenvolvimento do Estudo de Viabilidade para o Guggenheim Rio, onde a cidade investiu a importância de US\$ 2 milhões no Projeto Básico de Arquitetura elaborado pela AJN e consultorias técnicas e financeiras da IDOM e McKinsey, para um empreendimento que não teve continuidade, pode-se fazer as seguintes análises:

- Um valor significativamente mais baixo poderia ter sido gasto para concluir, baseado em questões técnicas, socioeconômicas e políticas, que a construção e a operação do Museu não seriam viáveis na cidade do Rio de Janeiro.
- Em um modelo alternativo de EV como instrumento utilizado para guiar a decisão de implantação do Museu, um valor maior poderia ter sido investido no desenvolvimento dos aspectos ligados ao PN, como modelos de iniciação e operação de um Museu Guggenheim em um centro urbano não definido na América Latina, sem onerar, contudo, tantos recursos no desenvolvimento das soluções de projeto específicas ligadas ao contexto da implantação, entorno urbano, relações urbanísticas, contexto sociocultural, histórico e ambiental locais da cidade do Rio de Janeiro.
- As fases iniciais de projeto são tão importantes e definidoras para aspectos dos empreendimentos como tipologia, custo, impacto, retorno do investimento, que como observamos nos dois estudos de caso um erro no processo de desenvolvimento destas fases pode inviabilizar a continuidade do empreendimento. As fases iniciais são como sementes para o crescimento do

empreendimento e erros nestas fases são tão determinantes a ponto de "matá-los" como vimos no exemplo do Museu Guggenheim Rio.

4.3 Proposições ao Grupo de Projetistas

Conforme observado na análise dos Fluxogramas de Projeto do Museu do Futebol, uma vez que o modelo de gestão se baseava em entregas formais de fases fechadas e as reuniões entre projetistas só podiam ser realizadas se controladas e documentadas pela gerenciadora, foi necessária a criação de novas fases e novos "Portais" (*Milestones*) no desenvolvimento do projeto, a fim de permitir maior interação e troca de informações entre a equipe de projetistas.

Outra razão para a criação de novas fases de projeto foi absorver atrasos no recebimento de insumos imprescindíveis à continuidade dos projetos e que tiveram seus prazos aumentados, e a necessidade de complementação do pacote com novas disciplinas de projeto e serviços não previstas inicialmente, em concordância com a análise traçada no item 2.2.

Na análise do inter-relacionamento do grupo de projetistas no desenvolvimento das fases iniciais para o projeto do MF, fica evidente a necessidade de trazer para as fases iniciais de projeto o processo de interação entre esses projetistas por meio de reuniões de análise crítica das questões de projeto.

Dessa forma, no exemplo dos processos de aprovações junto aos órgãos públicos, o envolvimento prévio da equipe de projetistas nas fases iniciais de discussões sobre o PN e possíveis usos do equipamento esportivo do Estádio do Pacaembu e seus espaços teria contribuído para a formulação de propostas e para a interação prévia junto aos órgãos do patrimônio. Além disso, teria auxiliado na formulação do relatório preliminar justificativo de soluções de projeto (implantação, volumetria, fachadas, proteções de fachadas, partido estrutural, instalações, acesso, fluxos), executado nas fases iniciais do projeto do MF.

Do mesmo modo, no desenvolvimento do projeto de Climatização, o envolvimento dos projetistas nas fases iniciais de discussões no PN e uma interação prévia com o

projeto de arquitetura teria evitado a necessidade do desenvolvimento de quatro versões do projeto com soluções alternativas para se chegar à solução definitiva, com prejuízos de grandes retrabalhos e desperdício de horas de equipe para a empresa projetista.

Um modelo alternativo de desenvolvimento que funcionasse, desde a fase inicial, no formato de consultorias, com entrega de produtos mais livres (como croquis, catálogos, exemplos, imagens), que pudessem ser incorporados nas entregas formais e nas fases posteriores, poderia ter sido proposto e utilizado no inter-relacionamento da equipe de projetistas. Esse modelo não exigiria que a entrega de informações estivesse sempre atrelada a pacotes fechados completos de fases formais de projeto, do tipo “caixa preta”, incluindo todas as soluções técnicas e informações nos padrões de desenhos conforme as Normas Brasileiras (NBRs). Reduzir-se-ia, assim, a necessidade de um grande número de reuniões constantes, com a participação de todo o grupo de projetistas e o controle constante da Gerenciadora, e permitir-se-iam interações paralelas mais livres dentro do grupo de projeto. Uma prática similar utilizada no mercado de projetos para construção é conhecida como "Charretes" em alusão à figura do grupo de projetistas sendo levado ao longo do processo de projeto.

Segundo Fabricio (2002):

[...] no fluxo tradicional de desenvolvimento de um projeto, a organização é sequencial e rígida, com fragmentação das disciplinas de projeto acarretando diversos problemas, como: eliminação da possibilidade de discussão de propostas alternativas, alto custo de tempo e recursos para introdução das modificações, falta de integração entre os profissionais envolvidos, fragmentação de dados, perda de informação ao longo do processo.

Ainda dentro desse modelo alternativo, além de premissas técnicas e do partido arquitetônico e museográfico, poderia ter sido apresentado no *briefing* inicial ao grupo de projetistas um escopo do PN mais abrangente e detalhado, além dos parâmetros que aguardavam definições. Essa prática possivelmente evitaria ocorrências como a troca tardia do projetista de Luminotécnica, e divergências em relação à responsabilidade técnica entre os projetistas de estruturas metálicas e de concreto e o projetista de estruturas de madeira.

No caso do MF, muitos projetistas, entre eles o de arquitetura, tiveram que trabalhar com prejuízo financeiro para atender a demanda do projeto, especialmente por conta do retrabalho, fato este que foi compensado parcialmente pelo ganho institucional para as empresas, em decorrência da visibilidade no mercado proporcionada pela importância do projeto. Além disso, as pressões dos prazos políticos exigiam que os projetos fossem desenvolvidos sem definições de aprovação por parte dos órgãos do patrimônio e sem definições técnicas de levantamento cadastral e estrutural necessárias de todas as áreas objeto de intervenções.

Os prazos políticos sempre existiram e sempre existirão, o processo de projeto deve ter a capacidade de gerenciá-los. Assim como as mudanças de escopo ao longo do processo de projeto não são um problema, mas uma característica inerente ao próprio processo, portanto, devem ser consideradas desde de o início do planejamento e este processo deve ter a capacidade de incorporar com agilidade suas novas demandas e alterações imprevisíveis.

O aspecto mais interessante que se pode observar em relação ao grupo de projetistas é que essa tipologia de edificações não deveria representar uma ameaça a esse grupo de empresas projetistas, mas sim uma oportunidade de se diferenciar no mercado, atingir excelência profissional e técnica, e conseguir maior estabilidade para a empresa e seus profissionais.

Os projetos para edificações complexas são percebidos pelos projetistas como ameaça, pois apresentam grande volume de insumos e processos imponderáveis que não podem ser previstos ou gerenciados, e fogem do padrão dentro do qual essas empresas atuam com maior conforto e menor expectativa de risco, por não saírem do repertório de experiências prévias. Tais projetos deveriam, porém, ser percebidos pelos projetistas como oportunidades, uma vez que possuem maior valor agregado, com maior remuneração dos honorários de projetos e maiores desafios do que no padrão do mercado imobiliário residencial e corporativo.

Num mercado já bastante qualificado, experiente e saturado na produção de edifícios habitacionais e comerciais, parecem evidentes as oportunidades existentes

de incentivo e instrumentalização da qualificação de profissionais e empresas de projeto a atuarem no universo das edificações complexas. De acordo com Kowaltowski e Labaki (1993), “A qualidade do projeto em arquitetura depende da qualidade da equipe de profissionais responsável pelo desenvolvimento do projeto e sua experiência”.

4.4 Proposições ao Coordenador de Projetos Complexos

Em projetos complexos, as referências de experiências acumuladas anteriores, como estudos de caso, caderno de detalhes, retroalimentação de soluções e *benchmarks*, funcionam apenas como orientadores para o processo de projeto e gestão de projeto, e não propriamente como a repetição da solução encontrada anteriormente, diferindo do mercado imobiliário de habitação e corporativo, que pode se aprimorar a cada produto similar por meio do uso de soluções padronizadas.

Tendo em vista tal consideração, no ambiente da concepção de projetos, as soluções projetuais devem ser estruturadas totalmente embasadas pelo processo de projeto; contudo, devem permanecer flexíveis durante o seu amadurecimento. Muitas vezes, uma solução de projeto que resolve, de forma inteligente, diversas questões e que se mostra elegante no conjunto edificado, será importante apenas como um instrumento para a melhor delimitação dos problemas inter-relacionados e, a partir desse ponto, alcançar a solução projetual definitiva e completa. Nesse sentido, é interessante observar a “máxima” diversas vezes utilizada em equipes e empresas de projeto de que “não devemos nos apaixonar pela solução encontrada”.

Nos processos de aprovação de projetos complexos junto aos órgãos públicos, torna-se fundamental o planejamento específico do seu desenvolvimento, sempre conectado ao inter-relacionamento com os órgãos públicos e com os diferentes projetistas e *stakeholders*, baseado em seus marcos (reuniões, pareceres e aprovações), uma vez que, como foi visto nos estudos de caso, seu andamento não pode ser previsto. Para possibilitar esse planejamento, recomenda-se o aumento do investimento no grupo de processos de monitoramento e controle, conforme indicado na Figura 111 e 112.

É importante observar como, na etapa do projeto pré-executivo do MF, à medida que aumentava exponencialmente a complexidade do projeto, tanto a empresa gerenciadora como a empresa projetista de arquitetura, na tentativa de solucionar os problemas do fluxo de informações e atendimento aos prazos e parâmetros de qualidade e custo, incluíram em suas equipes internas profissionais especialistas em disciplinas que não fazem parte do seu foco de atuação. Ou seja, na tentativa de ter na própria equipe um profissional que pudesse dialogar de igual para igual com o profissional respectivo da outra empresa, acabaram por contratar profissionais para desenvolverem atividades redundantes, sem necessariamente estabelecerem uma boa comunicação com os profissionais de outras disciplinas de sua própria equipe e empresa.

De acordo com as observações de Silva e Melhado (2014), “o coordenador de projetos, em geral, não está qualificado e não optou por essa carreira e, muitas vezes, não possui formação específica ou certificações para exercer esta função”.

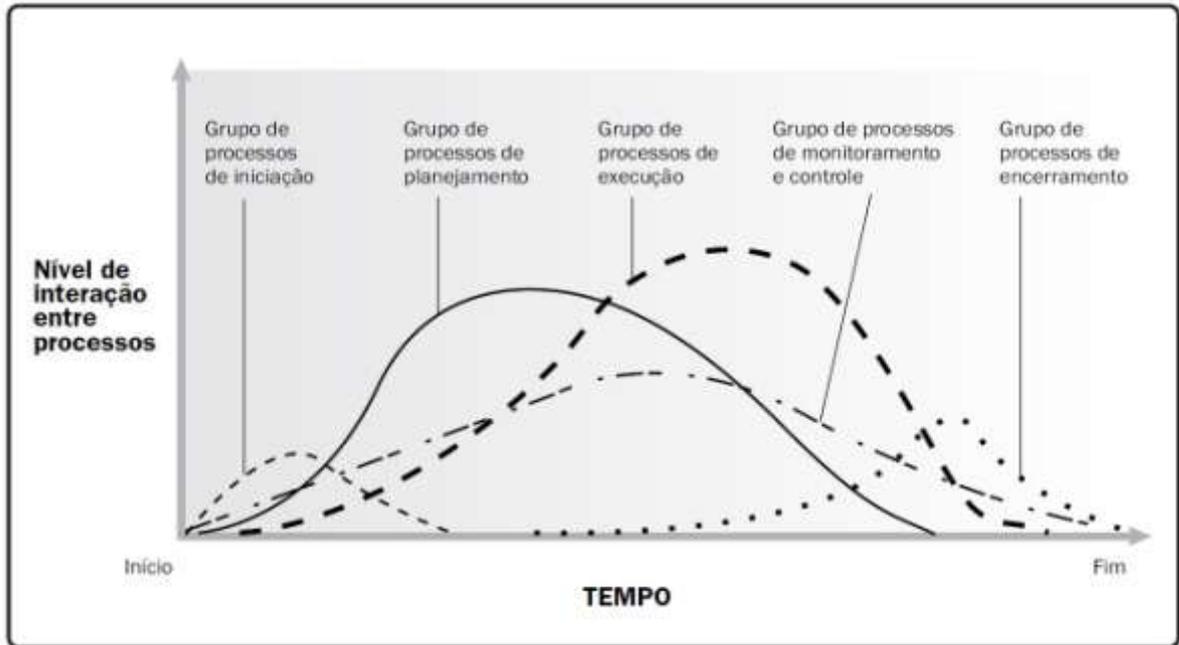
É, portanto, imprescindível que haja no desenvolvimento de projetos complexos a separação do arquiteto coordenador do projeto e do arquiteto autor e responsável pela execução do projeto arquitetônico. Em licitações públicas de projetos complexos, como por exemplo, para edifícios hospitalares, é cada vez mais comum a obrigatoriedade dessa separação em dois agentes autônomos, que deve ser comprovada por Certificados de Acervo Técnico (CATs) distintos.

Melhado (2005) também recomenda: “O coordenador e seu eventual substituto podem ser arquitetos, mas não devem confeccionar o projeto arquitetônico do empreendimento que dirigem, dedicando-se exclusivamente à tarefa de organização e execução conjunta de todas as especialidades”.

Uma análise do gráfico do PMBoK que demonstre como os grupos de processos interagem em um projeto, permite uma proposição que apresente como seria seu funcionamento no cenário de um projeto complexo, com investimento maior e antecipado dos grupos de processos de iniciação e de planejamento, e investimento maior e constante no grupo de processos de monitoramento e controle, trabalhando dentro dos valores discutidos no item 2.3, que abordou a ideia de problemas

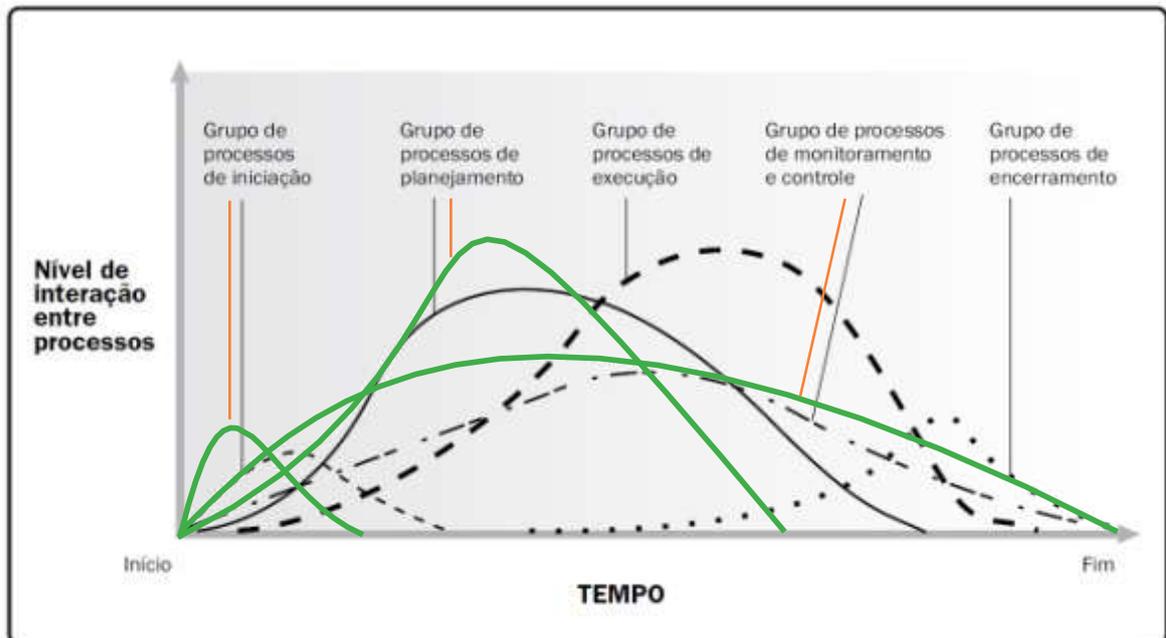
“selvagens”, conforme se observa nas Figuras 111 e 112.

Figura 111 – Como os grupos de processos interagem em uma fase ou em um projeto



Fonte: PMBoK, 5ª Edição (2013)

Figura 112 – Proposição do Autor sobre como os grupos de processos interagem em uma fase ou em um projeto complexo



Fonte: Adaptado pelo Autor de PMBoK, 5ª Edição (2013)

4.5 Síntese das Proposições

Conforme discutido nos itens 4.1 a 4.4, foram feitas as seguintes proposições:

- A utilização consciente de recursos da Tecnologia de Informação, como *softwares* de simulação em tempo real e modelos dos edifícios baseados em processos BIM, para a qualificação do processo de projeto, com avaliações sucessivas, ao longo do processo, desde as etapas iniciais, das soluções de projeto e seu impacto no custo, prazo, desempenho construtivo, energético e ambiental.

Esses recursos possibilitariam um processo de projeto dinâmico e mais livre, compatível com a forma de trabalho descrita na análise da ideia de Problemas “Selvagens” (item 2.3), de jogadas e avaliações sucessivas, ao invés da distorção dos modelos lineares.

- O investimento no desenvolvimento de um PN mais abrangente, incluindo questões técnicas, socioeconômicas, ambientais e políticas, como foi visto no item 2.4, permitindo às empresas projetistas enxergar questões e realizar o planejamento necessário, ampliando a capacidade da empresa e da equipe de profissionais de avaliar as características do empreendimento e prever os prováveis desdobramentos das soluções de projeto. Esse investimento evitaria o desperdício de recursos aplicados no desenvolvimento de soluções de projeto que não serão utilizadas.
- O uso de Modelo alternativo de desenvolvimento dos projetos no inter-relacionamento da equipe de projetistas que funcionasse, desde a fase inicial, no formato de consultorias, com entrega de produtos mais livres (como croquis, catálogos, exemplos, imagens), que fossem incorporados nas entregas formais nas fases posteriores. Esse modelo não exigiria que a entrega de informações ficasse limitada a pacotes fechados completos de fases formais de projeto, do tipo “caixa preta”, incluindo todas as soluções técnicas e informações de padrões de desenhos conforme as NBRs. Reduzir-se-ia, assim, a necessidade de um grande número de reuniões constantes

com a participação de todo o grupo de projetistas e o controle constante da gerenciadora, e permitir-se-iam interações paralelas mais livres dentro do grupo de projeto. Esse Modelo, possivelmente, evitaria ocorrências, conforme observado nos estudos de caso, como a troca de projetista durante o desenvolvimento dos projetos, divergências em relação à responsabilidade técnica entre projetistas, retrabalhos e prejuízo financeiro para as empresas projetistas.

Ainda dentro desse modelo alternativo, incluir-se-ia a apresentação de *briefing* inicial ao grupo de projetistas, contendo um escopo abrangente e detalhado do PN do empreendimento e o risco potencial dos parâmetros imprevisíveis ou indefinidos.

- Capacitação do profissional coordenador de projetos complexos pautada em suas especificidades, levando em consideração as questões discutidas, tais como a flexibilidade das soluções projetuais durante o seu amadurecimento, a recomendação do aumento do investimento nos processos de monitoramento e controle do processo de projeto, a adequação na composição da equipe de projetistas e a separação do arquiteto coordenador do projeto e do arquiteto autor e responsável pela execução do projeto arquitetônico.

4.6 Sugestões para Trabalhos Futuros

- Avaliar e quantificar em situações específicas de estudos de caso reais de projetos complexos, o desempenho alcançado pela utilização de tecnologia de simulação eletrônica em tempo real e modelos em processo BIM, levando-se em conta a realidade do mercado de construção e a legislação brasileiras.
- Analisar formas de incentivar o investimento pelo poder público, não apenas em projetos básicos e executivos para obras públicas, mas também na realização de Programas de Necessidade, Planos Diretores, consultorias de avaliação de desempenho construtivo, energético, ambiental e qualidade em projetos. A produção acadêmica, em geral, se pauta em estudos de caso para

projetos imobiliários de edificações comerciais ou habitacionais no setor privado.

- Realizar estudos de caso de empreendimentos complexos de grande porte, envolvendo não apenas um edifício, mas um conjunto de edificações complexas e sua infraestrutura envoltória, como por exemplo, o equipamento para o conjunto olímpico das Olimpíadas do Rio de Janeiro de 2016, levando em consideração seu processo de projeto, *stakeholders*, grupo de projetistas, desafios e desdobramentos do inter-relacionamento entre todos os envolvidos e o impacto de seu ciclo de vida útil, analisando, inclusive, o que se chama de “legado” dessa infraestrutura em comparação com outros exemplos internacionais.
- Realizar estudos de caso com análise crítica em exemplos de grande sucesso em empreendimentos complexos.
- Incluir, nas disciplinas de cursos de pós-graduação, tópicos como: estudos de caso de empreendimentos complexos, discussões com profissionais sobre formas de qualificação do coordenador de projetos, como essa formação é vista nas associações de classe como CREA, CAU, IAB, e na graduação e pós-graduação em universidades, visando estabelecer diretrizes para sua melhoria.

BIBLIOGRAFIA

- ADDIS, Bill. **Edificação: 3000 Anos de Projeto, Engenharia e Construção**. 2009. 640 páginas: il., Bookman. Porto Alegre.
- AIA, The American Institute of Architects. **Standard Form of Agreement Between Owner and Program Manager for use in a Multiple Project Program**. 2013. Documento C171.
- ARANTES, Pedro Fiori. **Arquitetura na era digital-financeira: desenho, canteiro e renda da forma**. 2010. 308 páginas: il. Tese (Doutorado - Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) - FAUUSP. São Paulo.
- BARRO, Gil G. **Racionalidade e problemas selvagens no projeto de cidades inteligentes**. 2016. 22 páginas. 1º Colóquio internacional ICHT 2016. FAU-USP. São Paulo. (<https://www.researchgate.net/publication/299559732>).
- BITTENCOURT Fabio, COSTEIRA Elza Organização. **Arquitetura e Engenharia Hospitalar**. 2014. 400 páginas. Riobooks. 1a Edição. Rio de Janeiro.
- BRITO, Alberto S. **Gestão de Projetos Completos**. 2013. 84 páginas. Editora Nelpa. São Paulo.
- CAU/BR. **TABELAS DE HONORÁRIOS DE SERVIÇOS DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL - Módulo I, Remuneração do Projeto Arquitetônico de Edificações**. 2013. 84 páginas. Brasília. (www.caubr.gov.br).
- FURLAN, Flávia; VILLAS BOAS, Bruno. **O custo da burrice**. 2015. Revista Exame, Editora Abril. São Paulo. 09/04/2015. (<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1086/noticias/o-custo-da-burrice>).
- HERSHBERGER, R. G. **Programming**. 2000. 8 páginas. Extraído de The Architect's Handbook of Professional Practice. 13a edição. The American Institute of Architects. (www.aia.org/contractdocs/about).
- IDOM. **Guggenheim Rio Feasibility Study Final Report**. 2002. Bilbao. Espanha.
- MALKIN, Jain. **A Visual Reference for Evidence-Based Design**. 2008. 166 páginas. The Center for Health Design. USA. (www.healthdesign.org).
- MANZIONE, Leonardo; MELHADO, S.B. **Porque os Projetos atrasam?** 2007. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 11 e 12 de julho de 2007. Porto Alegre.
- MASCARÓ, Juan Luíz. **O Custo das Decisões Arquitetônicas no Projeto de**

Hospitais. 1995. 87 páginas. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Brasília.

MELHADO, S.B. ; et al. **A gestão do projeto de edificações e o escopo de serviços para coordenação de projetos.** 2006. Revista Técnica, Pini. São Paulo. (<http://technepini.com.br/engenharia-civil/135/a-gestao-de-projetos-de-edificacoes-eo-escopo-de-286518-1.aspx>).

MELHADO, S.B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** 2001. 254 páginas. Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994. 310 páginas. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Project Management Institute, Inc. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**, 5a Edição - 2013. 595 páginas. Pennsylvania, USA. (www.pmi.org).

SILVA, T. F.; MELHADO, S.B. **Gestão de Projetos Industriais.** 2014. 128 páginas. Pini. São Paulo.

Solomon R. Guggenheim Foundation. **Rio Feasibility Study Report.** 2003. 115p. Nova York, USA.

VARAWALLA, Hussain; DESAI, Vivek. **Hospital Design Guide: How to Get Started.** 2013. 52 páginas. (hussain@healthcarearchitecture.in)

WENZEL, Marianne; MUNHOZ, Mauro. **Museu do Futebol.** 2012. 224 páginas. Romano Guerra Editora. São Paulo.

