

GABRIELA PONTES SILVA CRUZ

**COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS PARA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS: ESTUDOS DE CASOS
EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil,
para obtenção do título de *Magister
Scientiæ*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C957c
2011

Cruz, Gabriela Pontes Silva, 1983-
Coordenação e compatibilização de projetos para
construção de edifícios : estudos de casos em instituições
públicas e privadas / Gabriela Pontes Silva Cruz. – Viçosa,
MG, 2011.
x, 94f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndice.

Orientador: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 83-87

1. Edifícios - Projetos e construção - Viçosa (MG).
 2. Arquitetura - Projetos e plantas. 3. Construção civil.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 690

GABRIELA PONTES SILVA CRUZ

**COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS PARA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS: ESTUDOS DE CASOS
EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil,
para obtenção do título de *Magister
Scientiæ*.

APROVADA: 13 de maio de 2011

Prof. José Luiz Rangel Paes
(Coorientador)

Prof.^a Rita de Cássia S. S. Alvarenga
(Coorientadora)

Prof.^a Aline Werneck B. de Carvalho

Prof. Roberto Goulart de A. Lopes

Prof. Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá
(Orientador)

*Dedico esse trabalho a todos aqueles
que me acompanharam e incentivaram
minha trajetória até chegar a este
momento tão desejado, em especial,
à minha mãe Rita de Cássia,
ao meu pai José Maria,
aos meus irmãos Fernando e Carolina e
ao meu esposo Eduardo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

antes de qualquer coisa, a Deus por toda a força me dada. A Ele sejam dadas honras e glórias;

pelo engajamento e contribuição ao desenvolvimento desse trabalho, aos professores José Luiz e Tibiriçá, e os colegas Maila, Eliane, Luisa, Giuliana, Carlos Augusto, Débora e Mariana;

à Universidade Federal de Viçosa, aos Departamentos de Arquitetura e Urbanismo, e de Engenharia Civil, incluindo todos os professores que participaram da minha formação como Arquiteta e Urbanista;

ao programa REUNI por permitir que eu participasse do desenvolvimento dos projetos de expansão da UFV;

aos amigos que sempre me apoiaram, estando perto ou longe, Gisele, Mariana, Fábio, Thiago, Marina;

aos meus irmãos, Fernando, Edson e Carolina por todo o apoio;

aos meus pais, José Maria e Rita, pelo amor e apoio incondicional por toda a minha vida, incentivando-me a sempre buscar mais conhecimento;

ao namorado (quando ingressei no mestrado), noivo (durante o mestrado) e esposo (desde 19 de novembro de 2010) por total dedicação e apoio, sempre com muito amor e carinho, Eduardo;

a todos vocês, muitíssimo obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS.....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Justificativa	4
1.3 Organização do Trabalho	5
2. METODOLOGIA	6
2.1 Pesquisa Bibliográfica.....	6
2.2 Pesquisa de Campo.....	7
2.2.1 Obras da UFV	7
2.2.2 Construtoras de Viçosa	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 Projeto.....	11
3.2 Gestão e Coordenação de Projetos.....	16
3.3 Verificação da Conformidade de Projetos	18
3.4 Compatibilização de Projetos.....	19
3.4.1 Verificação de incompatibilidades	22
3.4.2 Softwares BIM no auxílio da compatibilidade	24
3.5 Racionalização	26
4. ESTUDO DE CASO – INSTITUIÇÃO PÚBLICA	33
4.1 Laboratórios de Engenharia	34
4.1.1 Avaliação do projeto.....	37
4.1.2 Compatibilização dos projetos.....	43

4.1.3	Projeto de alvenaria	45
4.2	Centro de Ciências Humanas II	56
4.2.1	Compatibilização dos projetos.....	56
5.	ESTUDO DE CASO EM EMPRESAS PRIVADAS DE VIÇOSA-MG....	65
5.1	Caracterização das Empresas e Projetistas.....	65
5.2	Informações para os Projetistas	67
5.3	Relação Projeto e Execução	69
5.4	Projetos Executados.....	70
5.5	Projetos Executados.....	72
5.6	Racionalização Construtiva	73
5.7	Coordenação e Compatibilização	75
5.8	Projeto e Obra	78
6.	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
	APÊNDICE A – ROTEIRO ENTREVISTA.....	88
	ANEXO A – RELATÓRIO TÉCNICO.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação tempo e custo mensal do empreendimento. Fonte: Peralta, 2002	12
Figura 2 - Capacidade das fases de um empreendimento em influenciar os custos totais da construção. Fonte: Hammarlund e Josephson, 1992 <i>apud</i> Bertezini, 2006.....	13
Figura 3 - A natureza variável do processo de projeto. Fonte: Austin, 2002 <i>apud</i> Manzione, 2006	15
Figura 4 - Níveis de planejamento: graus de detalhamento x horizonte de prazo. Fonte: Tzortzopoulos e Formoso, 2001	16
Figura 5 - Fluxograma da estrutura do processo de produção. Fonte: adaptado de Adesse e Melhado, 2003	17
Figura 6 - Representação do desenho em BIM. Fonte: Revista Técnica, out/2007	25
Figura 7 - Diferenças entre programas CAD e BIM. Fonte: Revista Técnica, out/2007	26
Figura 8 - Coordenação de projetos – desenvolvimento simultâneo dos projetos. Fonte: adaptado de Melhado, 1994	32
Figura 9 - Planta do pavimento 01 com detalhe da alvenaria em relação à estrutura metálica.	35
Figura 10 - Perspectiva do pavimento 01 mostrando alvenaria em relação à estrutura de aço.....	36
Figura 11 - Passarela sem cobertura	39
Figura 12 - Detalhe da fixação dos guarda-corpos.	40
Figura 13 - Detalhe da fixação dos corrimãos.....	41
Figura 14 - Elementos auxiliares à manutenção da cobertura.	42
Figura 15 - Anexo entre o LENG e o CCE.	45
Figura 16 - Marcação das paredes externas em planta baixa	47
Figura 17 - Exemplo de detalhamento do projeto de uma parede dos Laboratórios de Engenharia.....	48
Figura 18 - Pavimento 01: marcação dos detalhes internos.....	49
Figura 19 - Exemplo de detalhamento dos Laboratórios de Engenharia – Paredes Externas.....	50

Figura 20 - Exemplo de detalhamento do Laboratórios de Engenharia - Paredes Internas	51
Figura 21 - Estrutura da parede 10 em relação à estrutura	53
Figura 22 - Fachada lateral direita antes (acima) e depois (abaixo) do redimensionamento das esquadrias.	54
Figura 23 - alteração da dimensão do <i>steel deck</i>	55
Figura 24 - Planta da arquitetura (21/08/2009) do Edifício CCH-II, primeiro pavimento, detalhe do elevador.....	57
Figura 25 - Fundação executada (esquerda), e estrutura de aço em execução (direita).....	58
Figura 26 - Arquitetura de ago/2009 (esquerda), e plano de bases duas semanas após (direita).....	59
Figura 27 - Detalhe região do elevador no projeto arquitetônico (Des. ARQ- 0217-rB) de 18/09/2009	59
Figura 28 - Projeto de estrutura de aço (esquerda), e projeto de fundação (direita), ambos com indicação "AGUARDAR"	60
Figura 29 - Marcação dos locais de contraventamentos acordados	62
Figura 30 - Marcação em planta dos contraventamentos executados.....	63
Figura 31 - Indicação dos contraventamentos pós-revisão do projeto em execução.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização das empresas privadas estudadas.....	66
Tabela 2 - Padronização adotada por cada empresa estudada	71
Tabela 3 - O que os entrevistados nas empresas consideram como racionalização construtiva.....	75
Tabela 4 - Coordenação e Compatibilização pelos entrevistados	77

RESUMO

CRUZ, Gabriela Pontes Silva, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, maio de 2011. **Coordenação e Compatibilização de Projetos para Construção de Edifícios: Estudos de casos em Instituições Públicas e Privadas.** Orientador: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá. Coorientadores: José Luiz Rangel Paes e Rita de Cássia Silva Sant`Anna Alvarenga.

Problemas relacionados com projeto, como detalhamento insuficiente das informações e falhas de compatibilização ou coordenação, são causas de grande parcela das perdas de eficiência na construção de edifícios. Em função disso, neste trabalho, foram realizados o estudo de projetos de dois edifícios públicos e a prospecção de processo de projetos em três construtoras de Viçosa-MG. Das obras públicas, são apresentados dois estudos: um do Edifício de Laboratórios de Engenharia e outro do Edifício do Centro de Ciências Humanas II. No primeiro, foi feita a análise do projeto executivo, com avaliação dos projetos, das incompatibilidades entre os projetos das várias disciplinas, e a apresentação do projeto de alvenaria. Quanto ao segundo, apresentam-se e discutem-se os erros de incompatibilidades de projeto percebidos durante a execução da obra. Ambos os estudos são pautados por relatórios técnicos de uma equipe da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Nas três empresas da cidade de Viçosa-MG, foi realizada uma prospecção do processo de projetos, por meio da qual puderam ser estudados vários pontos relacionados ao projeto e suas consequências para a produção de um edifício. Dessa prospecção consta: discussão relativa a projeto e sua execução; projetos executados pelas empresas; projetos executivos elaborados pelas empresas; entendimento e uso da racionalização construtiva, da coordenação e da compatibilização de projetos pelas empresas; e a construção dos projetos elaborados pelas empresas. O constatado nos casos estudados nos setores público e privado confirma a necessidade e a importância de uma coordenação no processo de projetos e a indispensável compatibilização dos projetos executivos para a produção de um edifício, aspectos indispensáveis para a eficiência e obtenção da qualidade na execução e uso de edificações.

ABSTRACT

CRUZ, Gabriela Pontes Silva, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, May of 2011. **Coordination and Compatibility of design for Construction of Buildings: Case Studies in Public and Private Institutions.** Adviser: Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá. Co-advisers: José Luiz Rangel Paes and Rita de Silva Cássia Sant`Anna Alvarenga.

Problems related to the design, as detailing insufficient information and of compatibility or coordination failures, are causes of large portion of losses of efficiency in building construction. As a result, in this essay was performed the study of two public buildings and exploration of design process in three building in Viçosa-MG. Public works, are presented two studies: one of the Engineering Laboratory Building and another building of the Center for Humanities II. At first, the analysis was made of the executive design, with evaluation of projects, incompatibilities between the various disciplines of design, and the presentation of the masonry design. The second, we present and discuss the incompatibility errors design discovered during construction. A team of technical reports guides both studies from Universidade Federal de Viçosa (UFV). In the three companies in the city of Viçosa-MG, was performed a survey of the design process, whereby could be studied several points related to the design and its consequences for the production of a building. This survey included: discussion of the design and its implementation; projects performed by companies, executive design developed by the company, understanding and use of constructive rationalization, design coordination and compatibility by companies, and the construction from the design developed by companies. The observed in the cases studied in the public and private companies confirms the need and importance of coordination in the design process and the essential compatibility of executive design for the production of a building, essential aspects for efficiency and achievement of quality in execution and use of buildings.

1 ■ INTRODUÇÃO

Problemas relacionados com projeto, como detalhamento insuficiente das informações e falhas de compatibilização ou coordenação, são causas de grande parcela das perdas de eficiência na construção de edifícios (Melhado, 2006).

Diferentes pesquisas em engenharia da construção apontam a importância das fases de concepção e projeto associados à qualidade e à eficiência dos produtos, serviços e processos ao longo de um empreendimento de construção civil.

Relativamente à importância do projeto, assim se expressam alguns autores:

[...] o projeto tem importante repercussão nos custos e na qualidade dos empreendimentos e, assim, a qualidade do projeto é fundamental para a qualidade do empreendimento. (Melhado, 2001)

[...] é nesta fase que se tomam as decisões que fazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos. (Franco e Agopyan, 1993)

[...] a concepção e o projeto, na construção e em outros setores, são de fundamental importância para a qualidade e sustentabilidade do produto e para a eficiência dos processos. (Fabrício, 2002)

Essas afirmações denotam que o processo de projeto apresenta papel fundamental na construção de edifícios, pois nele convergem todas as contingências, decisões e restrições de tecnologias, custos, prazos, relacionamento com fornecedores e organização da produção. Portanto, o projeto assume papel estratégico para a tomada de decisões dentro da organização, e sua qualidade está diretamente associada à qualidade do empreendimento.

No cotidiano do processo de produção de projetos e edificações, verifica-se que o processo de projeto apresenta falhas, frequentemente gerando má qualidade de informações e problemas durante a construção e o uso do edifício. Quanto a isso, Franco (1996) aponta o uso da construção racionalizada, “um conceito bastante abrangente, que extrapola a aplicação de medidas de otimização às fases dos empreendimentos da construção civil”. Segundo o autor, os princípios de racionalização devem ser aplicados aos métodos e técnicas construtivos, como forma de alcançar melhores resultados no desenvolvimento desses empreendimentos, e complementa:

[...] muitas medidas de racionalização construtiva baseiam-se na aplicação de princípios que visam o aumento do nível organizacional dos empreendimentos. Estes constituem-se em ferramentas básicas, que orientam as decisões, em todo o processo de produção do

edifício, que vai desde a concepção dos projetos, ao planejamento e organização da execução.

A implementação da qualidade nos projetos não é tarefa simples. Depende de muitos aspectos, entre os quais destaca-se a necessidade de criação de uma nova estrutura para o seu desenvolvimento, que facilite a obtenção de todo o potencial de racionalização construtiva presente nessa fase, mediante eficaz coordenação dos projetos. Esta pode ser entendida como a atividade que dá suporte ao desenvolvimento dos projetos. O objetivo primordial dessa atividade é que os projetos sejam elaborados de forma a atender aos objetivos do empreendimento, proporcionando, à fase de execução, a qualidade e eficiência esperadas.

É esse conjunto de circunstâncias que compôs a motivação temática da pesquisa, pela sua atualidade e o seu potencial para inovações tecnológicas. Para a condução da pesquisa, tomou-se como objeto o processo de projeto de arquitetura para a construção de edifícios, para nele observar as questões da qualidade, especialmente os mecanismos de avaliação e retroalimentação dos processos e produtos.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa foi estudar os processos de projetos quanto à sua compatibilidade e a forma de coordenação para promoção de construção racionalizada em Viçosa-MG, em empreendimentos públicos e privados.

Para atingimento do objetivo principal, constituíram-se os seguintes objetivos específicos:

- analisar projetos executivos de edifícios do programa REUNI da UFV, em termos de interferências e incompatibilidades;

- estudar processos de gestão de projeto em construtoras de Viçosa-MG.

1.2 JUSTIFICATIVA

A relevância de um estudo voltado à construção civil está relacionada, sobretudo, à sua importância para a economia do país. Segundo Ponte (2002), a cadeia produtiva denominada de Macrossetor da Construção participa com 19% do PIB, gerando em 2001 um valor aproximado de R\$ 228 bilhões, dos quais o subsetor da Construção Civil colaborou, no mesmo período, com cerca de R\$ 88 bilhões. Em relação à geração direta de renda dos profissionais envolvidos, o autor estima que o macrossetor participa com 6% dos salários pagos na economia do país, e com 12,47% dos rendimentos dos profissionais autônomos.

Apesar de ser uma das mais importantes indústrias para o país, seja pela geração de empregos ou pelo volume de capital envolvido, ainda é tida como conservadora e resistente à modernização da gestão de processos e produção. Esse fato é decorrente das peculiaridades do setor em si. A indústria da construção civil é uma indústria nômade, onde a fábrica está em constante movimentação e o produto final é estático. Nesse setor, há o desenvolvimento de produtos únicos, poucas vezes seriados ou repetidos. Além disso, o processo de produção ocorre mediante uso intensivo mão-de-obra pouco qualificada; a realização da maior parte das atividades são desenvolvidas sob a influência das intempéries (Helene e Souza, 1988).

O setor da construção civil também enfrenta barreiras para a melhoria da qualidade da edificação e de forma de produção dos empreendimentos, principalmente em problemas inerentes ao processo de projeto. Os projetistas estão mais preocupados na definição do produto e não consideram adequadamente a forma e as implicações quanto à produção

das soluções adotadas. Esse fato se configura como a raiz de muitos dos problemas no processo de projetos e, por conseguinte, nos problemas das obras e dos edifícios que são derivados dos projetos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No capítulo 1 apresenta-se uma discussão inicial sobre o tema estudado, contextualizando-o e justificando-o.

No capítulo 2 é apresentada a metodologia que foi utilizada para estudo da pesquisa para o desenvolvimento da pesquisa que resultou na elaboração do presente documento.

No capítulo 3 é apresentada a revisão de literatura que serviu de base para as pesquisas de campo.

No capítulo 4 são apresentados os estudos de caso realizados em uma instituição pública, a UFV. Estes estudos serviram de base para a elaboração do roteiro da entrevista com as instituições privadas.

No capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos pela pesquisa com as instituições privadas e as discussões acerca desses resultados tendo como referência a revisão bibliográfica apresentada no capítulo 2 e os estudos com a instituição pública apresentado no capítulo 4.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões sobre os assuntos abordados ao longo deste trabalho, considerando as pesquisas com as instituições públicas e privadas da cidade de Viçosa-MG.

Ainda são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas durante a elaboração dessa dissertação e, os documentos que serviram de referência para os estudos de caso das instituições pública e privadas.

2 ■ METODOLOGIA

São apresentados os procedimentos que foram utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Consistiu no levantamento de referencial teórico, como teses, dissertações, artigos científicos, livros e outras fontes relevantes contendo subsídios sobre a temática e o objetivo da pesquisa, para melhor conhecimento dos estudos realizados sobre o tema, no Brasil e no exterior, aprofundando o embasamento teórico e o suporte crítico para a pesquisa de campo.

2.2 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo compreendeu duas fases distintas: estudos de projetos de edifícios do Programa REUNI¹ da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e estudos de prospecção de processos de gestão de projetos em empresas construtoras da cidade de Viçosa-MG.

2.2.1 Obras da UFV

Nessa etapa empreendeu-se uma exploração do tema abordado, por meio de estudos e análises de fontes diversificadas, sem tratamento analítico prévio, de documentos como pranchas de desenhos, formulários, tabelas, memoriais e relatórios de projeto.

Dentre as obras em execução na UFV, foram selecionadas duas relacionadas ao Programa REUNI: o Edifício de Laboratórios de Engenharia e o Edifício do Centro de Ciências Humanas II. A primeira foi escolhida devido a sua complexidade arquitetônica e todas as implicações que isso ocasionou no projeto executivo. A segunda foi selecionada entre as demais do Programa REUNI em função das incoerências apresentadas em obra, relacionadas com o projeto executivo.

Os projetos de arquitetura básica de todas as obras do Programa REUNI foram elaborados por profissionais arquitetos e engenheiros da UFV. Os projetos executivos foram elaborados por uma única empresa contratada por meio licitatório. Essa empresa, sediada em Belo Horizonte-MG, era responsável pela elaboração de treze projetos executivos para cada um dos edifícios, sendo eles:

¹ REUNI – Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais. Entre suas diretrizes encontra-se a ampliação e melhoria dos espaços físicos das Universidades Federais, dentre elas a Universidade Federal de Viçosa.

- alvenaria – ALV;
- arquitetura – ARQ;
- estrutura de concreto armado – ECA;
- estrutura metálica – EEM;
- hidro-sanitário – HS;
- prevenção e combate a incêndios – INC;
- instalações elétricas – ELE;
- sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA;
- circuito fechado de TV – CFTV;
- comunicação visual – CVIS;
- cabeamento estruturado – CEST;
- paisagismo – PAIS;
- topografia – TOP.

A cada recebimento dos projetos executivos pela UFV, uma equipe técnica composta por professores do Departamento de Engenharia Civil (DEC/UFV) e bolsistas do Programa REUNI (mestrandos do curso de Pós-Graduação da Engenharia Civil e graduandos dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo) analisavam os projetos recebidos e elaboravam um relatório técnico (Anexo A) com as incompatibilidades projetuais encontradas. Esses relatórios eram disponibilizados a todos os envolvidos com os projetos executivos através de um ambiente virtual, o PVAnet². A partir desses relatórios, a empresa responsável pela elaboração dos projetos executivos deveria rever os projetos analisados de modo a sanar as inconsistências encontradas.

No Edifício dos Laboratórios de Engenharia, foram estudadas:

- as avaliações dos projetos executivos elaborados pela equipe técnica da UFV durante o recebimento desses projetos;

² PVAnet - <https://www2.cead.ufv.br/sistemas/pvanet/geral/inicio.php>

- os problemas de compatibilização encontrados após a finalização do projeto executivo pela empresa contratada para esse fim;
- o projeto de alvenaria desse edifício e as implicações desse nos demais projetos.

No Edifício do Centro de Ciências Humanas II, foram estudados os problemas de incompatibilidades encontrados durante a execução da obra até a finalização dessa pesquisa.

2.2.2 Construtoras de Viçosa

Nessa etapa empreendeu-se uma exploração do tema abordado, por meio de entrevistas semi-estruturadas junto a empresas construtoras de Viçosa. As entrevistas foram realizadas com um arquiteto ou um engenheiro civil de cada uma das empresas. Todas as entrevistas foram realizadas no primeiro trimestre de 2011.

Na escolha das empresas participantes foram considerados os seguintes fatores: localização na cidade de Viçosa-MG; preocupação com gestão dos processos e organização da produção; disponibilidade das empresas e dos profissionais em participar da pesquisa.

A pesquisa apoiou-se no método qualitativo, ou seja, o método "que não emprega um instrumento estatístico como base do processo de análise de um problema" (Richardson, 1999 *apud* Mattos, 2005, p.16).

Para assumir o caráter qualitativo, fez-se um estudo detalhado dos processos de projetos das empresas, sendo o número de empresas escolhidas definido em função do tempo disponível para subsidiar com dados a pesquisa, o que resultou em três empresas selecionadas.

Por questões éticas, nesta pesquisa as empresas estudadas não são identificadas por suas razão social, mas por Empresa A, Empresa B, Empresa C.

O roteiro da entrevista semi-estruturada considerou os seguintes aspectos:

- caracterização das empresas estudadas;
- o modo em que as informações são passadas aos projetistas;
- como se dá o acompanhamento das obras por arquitetos e engenheiros;
- existência de padronização nos projetos já executados pelas empresas;
- a elaboração de projetos executivos pelas empresas;
- o entendimento que as empresas possuem sobre racionalização construtiva;
- o entendimento que as empresas possuem sobre coordenação e compatibilização de projetos executivos;
- quando e como é iniciada uma obra e as implicações que esta leva ao projeto executivo.

No Apêndice A é apresentado o modelo de questionário utilizado nas entrevistas com as empresas.

3 ■ REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

São apresentadas as revisões bibliográficas utilizadas como base para as pesquisas de campo.

3.1 PROJETO

Carvalho e Rabechini Jr. (2006) comentam que o projeto é caracterizado como sendo uma

[...] elaboração progressiva [...] de maneira geral o escopo descrito no início do projeto vai se tornando mais explícito e detalhado, conforme o projeto se desenvolve, gerando uma maior compreensão de seus objetivos. Quanto maior a complexidade e incerteza do projeto, maior a dificuldade de gerar uma boa compreensão dos

objetivos logo no processo de inicialização, deixando evidente o caráter de elaboração progressiva dos projetos.

Para Peralta (2002), o empreendedor vê o projeto como despesa desnecessária, que pode ser minimizada para diminuir custos. Porém, é no projeto que são definidos os custos, a velocidade e a qualidade do empreendimento. Mas o projeto não deve ser resumido à caracterização geométrica em papel: é necessário que a equipe de projeto tenha conhecimento de todo o processo de produção para que possa agregar eficiência e qualidade ao produto final, a edificação.

A existência do projeto, como um custo que se agrega ao da edificação, reverte-se posteriormente em benefícios, como diminuição do tempo e do custo do empreendimento (Figura 1).

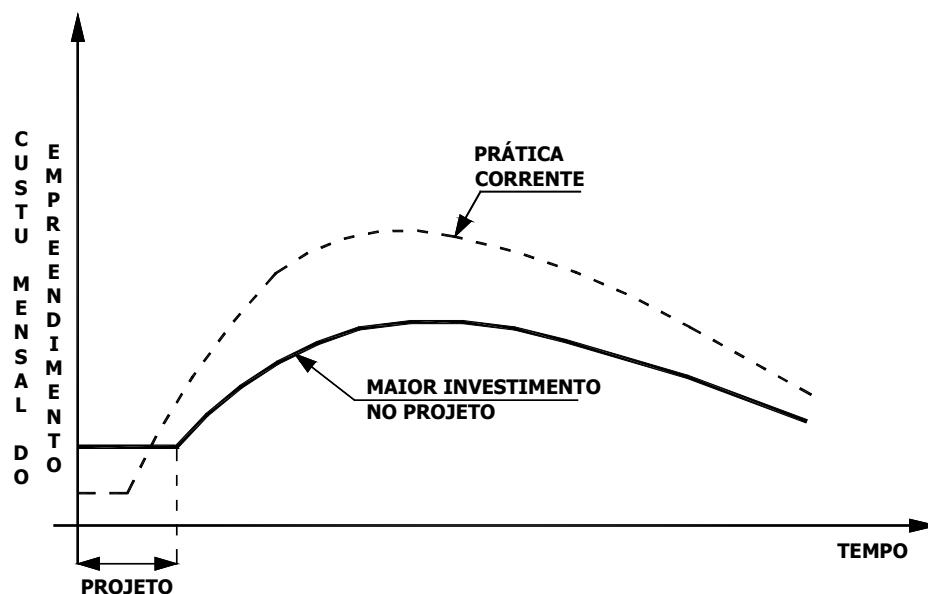


Figura 1 - Relação tempo e custo mensal do empreendimento.
Fonte: Peralta, 2002

Hammarlund e Josephson (1992, *apud* Bertezini, 2006) apontam as fases iniciais de um empreendimento (estudo de viabilidade, concepção e projeto) como sendo as de maior capacidade de influenciar os custos totais da construção, por meio de correções de falhas e defeitos

precocemente. A Figura 2 representa a influência do custo ao longo da cadeia produtiva.

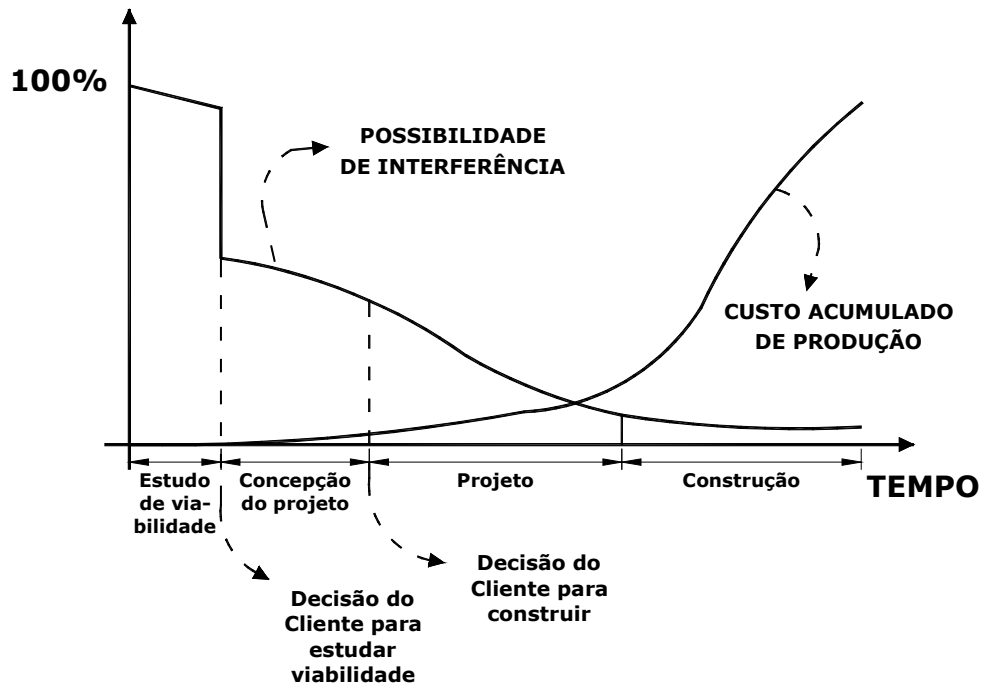


Figura 2 - Capacidade das fases de um empreendimento em influenciar os custos totais da construção.

Fonte: Hammarlund e Josephson, 1992 *apud* Bertezini, 2006

Franco e Agopyan (1993) afirmam que as alterações na fase de desenvolvimento de projeto apresentam custos menores em relação às fases posteriores, visto que estas influenciam em todas as etapas de produção, enquanto aquelas afetam apenas o trabalho dos projetistas.

Para Bertezini (2006), o projeto apresenta papel estratégico tanto para o sucesso do empreendimento como das organizações, resultado do seu potencial de influência nas demais fases do processo de desenvolvimento.

Portanto, o projeto não deve ser considerado apenas um conjunto de desenhos e memoriais, que determina as características físicas do produto. O processo de projeto deve ser entendido de um modo amplo, abordando não só as questões específicas de seu processo, mas também

questões relacionadas à gestão e às relações com os demais processos do empreendimento.

Desse modo, o projeto pode ser utilizado como ferramenta de previsão, minimizando os imprevistos e trazendo benefícios à construção: elaborado o projeto, os custos e as falhas poderão ser revistos, minimizando os danos incidentes sobre a obra.

De acordo com Fabrício (2002), o processo de projeto está associado aos projetos de arquitetura e engenharia, que representam a concepção espacial do produto, e deve estabelecer, de maneira mais ampla, relações com as demais fases do empreendimento e seus agentes.

Em função da multidisciplinaridade de um projeto executivo, Peralta (2002) relata a necessidade de coordenação entre os projetos das diversas disciplinas, cada qual sob a responsabilidade de cada projetista envolvido no processo. A coordenação geral dos projetos (arquitetônico, estrutural, instalações, etc.), necessária para redução de incompatibilidades, é destinada a um gerente.

Carvalho e Rabechini Jr. (2006) citam o gerenciamento de projeto como planejamento, organização, supervisão e controle de todos os aspectos de projeto para alcançar os objetivos propostos em um processo contínuo, através da utilização de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas necessárias para atender as necessidades do cliente.

Segundo Manzione (2006),

[...] a natureza do processo de projeto, caracterizada pela incerteza, interação e interdependência, requer o desenvolvimento de metodologias específicas para a criação de sistemas de planejamento adequados e que possibilitem a simulação, o controle e a retroalimentação.

Como se pode ver na Figura 3, a natureza do processo de projeto é variável. As informações dos primeiros estágios de desenvolvimento têm grande impacto na solução final, sendo que à medida que vão avançando os estágios de projeto há o decréscimo das negociações e o crescimento do fluxo de informações entre os agentes envolvidos, sendo necessário o crescimento da coordenação nos estágios mais avançados do projeto.

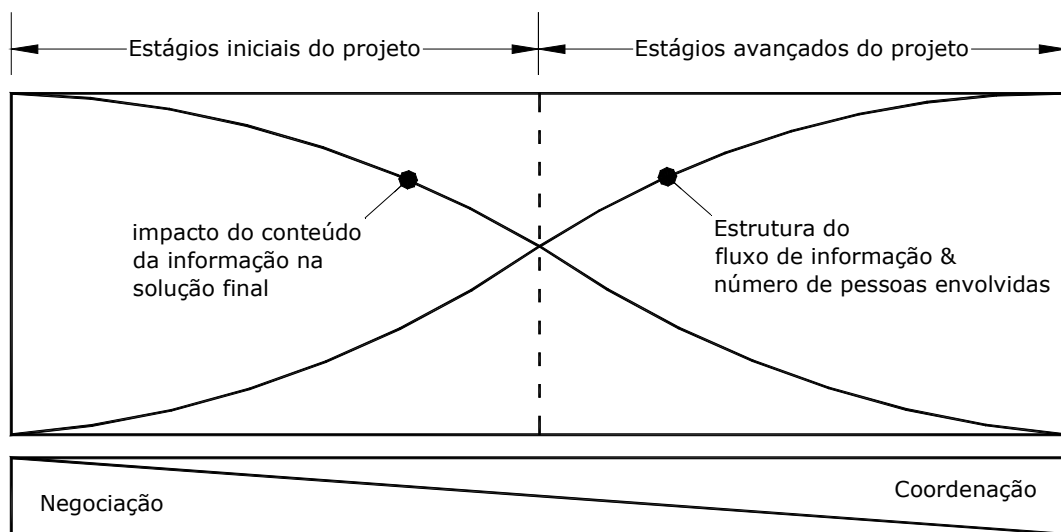


Figura 3 - A natureza variável do processo de projeto.
Fonte: Austin, 2002 *apud* Manzione, 2006

Tzortzopoulos e Formoso (2001) combinam planejamento com grau de detalhamento, em função das informações disponíveis, devendo o grau de detalhamento variar inversamente ao horizonte do plano, com diferentes níveis de planejamento, conforme Figura 4.

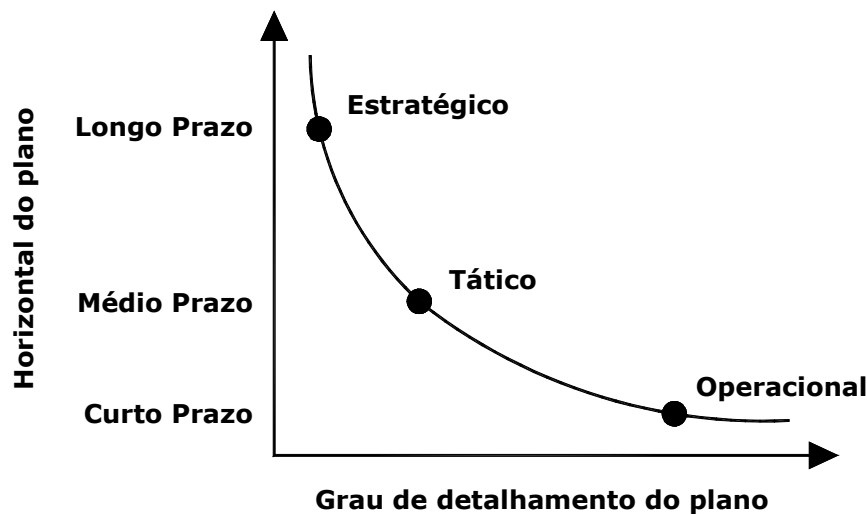


Figura 4 - Níveis de planejamento: graus de detalhamento x horizonte de prazo.
 Fonte: Tzortzopoulos e Formoso, 2001

3.2 GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETOS

Callegari (2007) aponta que o planejamento gerencial tem sido uma das principais maneiras organizacionais na indústria dos escritórios de projeto. Também tem sido reconhecido como uma das alternativas possíveis para a melhoria dos produtos e serviços no setor de projetos.

Baía (1998) diz que com a ausência do gerenciamento constatam-se várias dificuldades para a obtenção de melhorias na qualidade dos projetos de arquitetura, tais como: ausência de mecanismos para levantamento das necessidades dos clientes; excesso de retrabalho resultante de alterações no projeto por parte do contratante; ausência de coordenação entre os projetistas; postergação da produção de projeto de estruturas e sistemas prediais; falta de procedimentos de controle da qualidade e ausência de representante da produção durante o desenvolvimento dos projetos.

Como mostra a Figura 5 e segundo Adesse e Melhado (2003), a coordenação de projetos compreende um vasto conjunto de ações

envolvidas no planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto. Na realidade, essa coordenação deveria ser executada por um profissional específico, um Coordenador de Projetos, responsável por realizar e fomentar ações de coordenação, controle e troca de informações entre projetistas, para que os projetos sejam elaborados de forma organizada, nos prazos especificados e com cumprimento dos objetivos definidos.

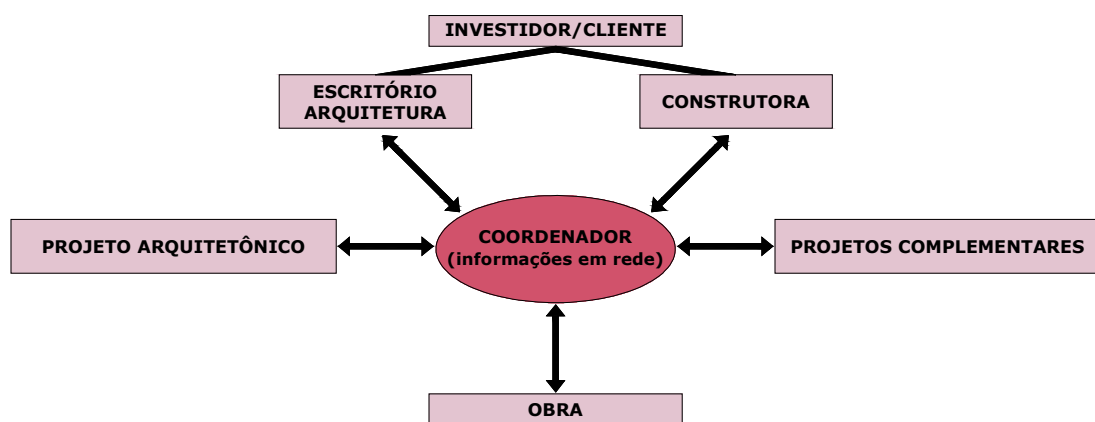


Figura 5 - Fluxograma da estrutura do processo de produção.
Fonte: adaptado de Adesse e Melhado, 2003

Adesse e Melhado (2003) ainda afirmam e de acordo com a AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura), que são 32 os possíveis projetos, além da arquitetura, que fazem parte hoje de um projeto de edifício, ainda que não obrigatoriamente façam parte de todos. São tantos projetos, com diversas interfaces, que atribuir a responsabilidade de uni-los e harmonizá-los a um profissional externo ao processo é uma solução com potencial de assegurar a maximização dos resultados econômicos (lucros) e institucionais (qualidade associada à marca, somada à preservação e ao aprimoramento dos talentos humanos da empresa) de uma empresa de construção de edifícios, seja ela de pequeno, médio ou grande porte.

Segundo Rodríguez e Heineck (2001), o desenvolvimento e a implementação da coordenação de projetos junto a medidas conjuntas de

melhoria da etapa de execução leva a projetos cada vez mais racionais e com melhor desempenho. Estimativas de custo realizadas para obras coordenadas apontaram uma redução de aproximadamente 6% do mesmo em relação a obras similares em que os projetos não foram coordenados.

3.3 VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DE PROJETOS

A rápida evolução da informática não permitiu, segundo Cambiaghi *et al.* (2002), que tornasse o uso adequado de suas potencialidades na área de projetos. Muitos ainda usam o computador e os programas CAD apenas como instrumento de desenho, e não como uma ferramenta potente para integração e compatibilização das diversas especialidades de projeto. Não obstante, cada escritório ou empresa tem desenvolvido critérios próprios de apresentação dos projetos. Falta, porém, uma real integração entre os diversos projetos, que permita agilizar o processo de troca de informação e aumentar a confiabilidade desses procedimentos.

Os autores também afirmam que, para que esse intercâmbio seja possível, alguns parâmetros devem ser comuns aos arquivos de base de todos os agentes. Os desenhos deverão ter uma origem única no sistema de coordenadas adotado nos projetos. O ponto de inserção relativo pode ser o ponto (0,0,0) ou outro predeterminado pelo coordenador do projeto. Todos os elementos deverão ser representados em escala definida pelo coordenador do projeto. Deve-se ressaltar que todos os elementos devem ser desenhados proporcionais às suas dimensões e não a seus símbolos. Um exemplo é a representação do quadro de distribuição elétrica, cujos símbolos podem estar fora da escala de projeto.

Conforme Giacaglia (2001), a organização da informação em camadas (*layers*) é um dos métodos mais utilizados no sistema CAD para abordar

a complexidade dos projetos. A padronização da estrutura das camadas é essencial para uma correta comunicação entre os participantes de um grande escritório ou projeto. O autor também comenta que o uso de camadas permite aos projetistas organizar os dados, além de controlar o que é apresentado na tela do computador, ou mesmo impresso em papel. A necessidade de tal recurso decorre da complexidade inerente aos próprios projetos. Por um lado, a visualização simultânea de elementos de um projeto permite a análise das relações espaciais existentes e, por outro, a exibição da totalidade desses elementos pode ser bastante confusa. Desse modo, diversos escritórios desenvolveram sistemas próprios de representação e organização do projeto. Diversas associações profissionais também propuseram sistemas de organização da armazenagem de informações digitais utilizadas em sistema CAD, entre elas a AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) e a AIA (American Institute of Architects).

3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Para construir melhor, com menos custos, é necessário um processo de conscientização de técnicos e empresários do setor da construção, o que requer investir em padronização dos processos. Dentre as metodologias de aplicação, a mais imediata é a concentração dos vários projetos integrados.

Segundo Faria (1993), a compatibilização favorece o projeto, maximizando os resultados desejados e minimizando o tempo gasto com sua elaboração. A compatibilização, para o SEBRAE, SINDUSCON-PR (Callegari, 2007), é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre eles e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra.

A compatibilização, para Santos, Powell e Formoso (1998), dá-se através da ação projetual, através da verificação por sobreposição e da identificação de interferências entre os projetos analisados.

Segundo Novaes (1998), a compatibilização é uma ação empreendida no âmbito da coordenação das soluções adotadas nos projetos do produto e nos projetos para produção, assim como nas especificações técnicas para a execução de cada subsistema.

Melhado (2006) ressalta que, na compatibilização, os projetos de diferentes especialidades são superpostos para verificar as interferências entre eles, e os problemas são evidenciados para que a coordenação possa agir sobre eles e solucioná-los. Afirma, ainda, que a compatibilização deve acontecer quando os projetos já estão concebidos, funcionando como uma "malha fina", na qual possíveis erros possam ser detectados.

Rodríguez (2005) define a compatibilização de projetos como a análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação.

Melhado (2006) ressalta que

[...] a integração entre os diversos agentes do processo de projeto recebeu um maior impulso na década de 90, principalmente com a introdução de sistemas de gestão da qualidade em empresas incorporadoras e construtoras que permitiram maiores discussões sobre a importância do projeto e as mudanças necessárias para melhorar o seu desenvolvimento. O trabalho conjunto dos diversos especialistas de projeto tornou-se fundamental para a compatibilização e coordenação de projetos.

Ainda, segundo esse autor, o processo começou de forma tímida, com a compatibilização dos projetos pelas empresas construtoras após eles estarem prontos, sem que houvesse grandes contribuições para melhoria de soluções. Os projetos eram sobrepostos e eventuais distorções eram

corrigidas. Apesar do avanço obtido, comparativamente ao processo de projeto tradicional, era necessário integrar os agentes desde a concepção do projeto, e não após o seu término, para propor melhorias que resultassem em um processo melhor e projetos mais compatíveis com a realidade da obra.

Segundo Callegari (2007), a compatibilização compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra. Tem como objetivo minimizar os conflitos entre os projetos inerentes a determinada obra, simplificando a execução, otimização e utilização de materiais, tempo e mão-de-obra, bem como as posteriores manutenções. Compreende, também, a ação de detectar falhas relacionadas às interferências e inconsistências geométricas entre os subsistemas projetuais. A compatibilização é imprescindível para uma produção controlada: é uma atividade viva e constante durante a concepção dos projetos complementares e mutante para o projeto arquitetônico. A compatibilização nasce a partir do projeto arquitetônico, não impedindo sua flexibilidade no desenvolvimento compatível com os demais projetos e serviços.

No subsetor de construção de edifícios, Cardoso *et al.* (1998) afirmam que a maioria dos projetos e serviços de engenharia são desenvolvidos por profissionais e empresas contratadas, cujas relações são sobretudo de caráter comercial. A descontinuidade do ciclo de produção e o reduzido porte da maioria das empresas inviabilizam a manutenção de equipes de projetos. Assim, embora possa existir uma relativa fidelidade na construção, esta é pautada, via de regra, no preço de mercado do serviço, de forma que a qualidade e construtibilidade das soluções nem sempre são monitoradas e consideradas. O relacionamento das empresas construtoras-incorporadoras com os prestadores de serviço limitam-se à

duração do empreendimento, não compreendendo relações de troca mais duradouras.

Segundo Grilo *et al.* (2000), uma característica marcante do desenvolvimento do projeto no subsetor de construção de edifícios é a incipiência da coordenação dos agentes envolvidos em sua elaboração e a baixa integração destes com os sistemas de produção das construtoras, potencializando o surgimento de problemas na execução das edificações, tais como a falta de construtibilidade dos projetos, elevando o índice de manifestações patológicas e desempenho insatisfatório das edificações na etapa de utilização.

Em pesquisa com empresas certificadas, Reis (1998) identifica uma maior preocupação com a etapa de projeto e a contratação dos projetistas durante a fase de concepção do empreendimento com a finalidade de evitar problemas futuros, tais como incompatibilidade dos projetos, falta de detalhamento e deficiências na coordenação.

A falta de compatibilização de projetos pode induzir a erros e a custos adicionais, podendo levar a decisões que sejam tomadas indevidamente durante a obra, em detrimento da qualidade do produto e da eficácia do processo.

3.4.1 Verificação de incompatibilidades

O desenvolvimento de projetos, sem a devida compatibilização entre eles, gera consequências negativas como um maior índice de retrabalho, um prolongamento do prazo, quebra do cronograma de execução e falhas na qualidade da edificação, repercutindo na elevação do custo da obra.

A compatibilização de projetos visa à redução das possíveis falhas que ocorrem na fase de concepção até a fase de execução da obra

arquitetônica. Na fase do processo projetual, propõe-se como melhoria a conscientização da participação dos projetistas envolvidos, bem como a existência do coordenador que integra os processos e verifica possíveis incompatibilidades físicas e funcionais dos projetos desenvolvidos. Este atua como mediador e transmissor das informações e gerencia as propostas e soluções a serem aplicadas. A atividade de compatibilizar os diversos projetos visa a detectar falhas e interferências físicas e geométricas.

Os diversos projetos e sua compatibilização resultam da conjugação dos profissionais ou dos agentes envolvidos com formações técnicas e experiências variadas e com visões paralelas de seu próprio papel nesse processo.

A compatibilização é um processo dinâmico, que confere ao projeto um sentido contínuo, onde as incompatibilidades são identificadas, analisadas e solucionadas. A falta da compatibilização na fase de elaboração dos projetos faz com que as falhas na execução da edificação sejam responsabilizadas indevidamente ao pessoal do canteiro de obra.

Durante a elaboração dos projetos, a compatibilização permite a retroalimentação das etapas, corrigindo e propondo novas soluções com o aumento da eficiência. Dessa maneira, a elaboração de futuros projetos terá uma redução de incertezas construtivas. A análise das incompatibilidades entre os projetos possibilita a melhoria da qualidade do processo de projetos, através da sua adequação e eficácia, onde importantes ações corretivas são tomadas para o aperfeiçoamento e a melhoria contínua dos sistemas projetual e construtivo.

Durante a análise de incompatibilidades entre os projetos, cresce o comprometimento dos profissionais envolvidos no processo, incrementando a troca de informações tecnológicas e experiências compartilhadas.

Segundo Melhado (2006), a falta ou o adiamento de decisões, especialmente nas etapas iniciais da fase de projeto, potencializa uma grande quantidade de erros e retrabalho para todos os agentes envolvidos e constitui uma fonte significativa de desperdício, com reflexos negativos sobre a qualidade do produto final entregue. Ressalta ainda, que deve existir uma preocupação em contratar todos os projetistas, ou ao menos consultá-los, na etapa de concepção inicial do empreendimento, a fim de evitar problemas futuros de incompatibilidade entre projetos.

Para Novaes (2001), a elaboração dos projetos deve ser permanentemente acompanhada pelo coordenador, seguida de reuniões periódicas entre os integrantes da equipe, com vista à compatibilização de soluções afins, presentes nos diferentes projetos.

3.4.2 Softwares BIM no auxílio da compatibilidade

Segundo Faria (2007), novos *softwares* permitirão que todas as equipes de engenharia e arquitetura trabalhem no mesmo arquivo eletrônico, o que facilitaria a promoção da compatibilização dos projetos em desenvolvimento.

Estes novos softwares incorporam uma tecnologia conhecida como BIM (*Building Information Modeling*), ou Modelagem de Informações para a Construção, que permite organizar, em um mesmo arquivo eletrônico, um banco de dados de toda a obra, acessível a todas as equipes de engenharia e arquitetura envolvidas na construção.

Ao contrário dos tradicionais desenhos CADs, onde o computador “entende” uma parede desenhada apenas como um conjunto de linhas, nos *softwares* BIM, ao desenhar uma parede, o projetista deve atribuir-lhe propriedades (tipo de blocos, dimensões, tipo de revestimento,

longo prazo, um dos grandes problemas da coordenação de projetos tende a desaparecer: as interferências entre os sistemas.

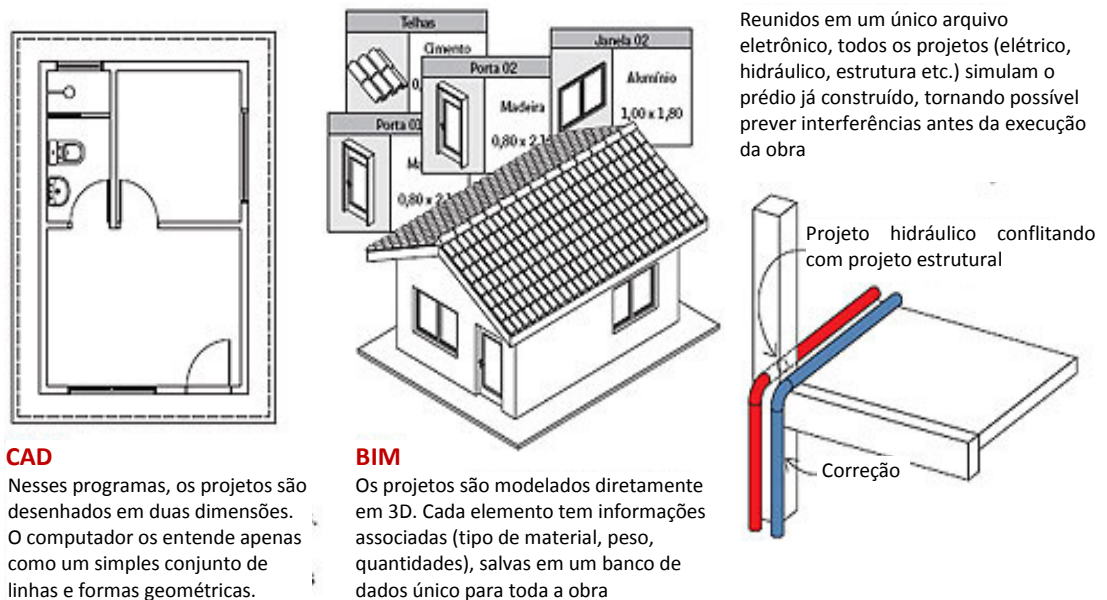


Figura 7 - Diferenças entre programas CAD e BIM.
Fonte: Revista Técnica, out/2007

Segundo Faria (2007), em 2007 já existiam os seguintes *softwares* que suportavam a tecnologia BIM: Active3D (Archimen), Revit (Autodesk), Allplan (Nemetschek), Archicad (Graphisoft), DDS-CAD (Data Design System), MicroStation (Bentley), Solibri, Tekla Structures, VectorWorks.

3.5 RACIONALIZAÇÃO

Segundo Ceragioli (1993), a evolução da construção civil através da racionalização depende, sobretudo, da melhoria das fases de desenvolvimento de projetos. Para o autor, também é necessário aumentar o nível de organização dos processos, determinando-se previamente as operações, procedimentos e formas de controle nas diferentes atividades.

O conceito de racionalização é entendido como mais uma ferramenta para promover a melhoria no processo produtivo da construção civil. Segundo Farah (1992), a racionalização é um processo amplo, através do qual se busca a otimização dos recursos empregados em todas as atividades construtivas, para obter maior produtividade e melhor rentabilidade para a empresa.

Mais especificamente, Sabattini (1989) separa a racionalização na construção em dois níveis: para o setor (racionalização da construção) e para as técnicas construtivas (racionalização construtiva).

No primeiro contexto, o autor assim define a racionalização da construção:

Racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso de recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade sócio-econômica própria.

Percebe-se que essa definição tem uma visão sistêmica, abrangendo os intervenientes da cadeia produtiva da construção civil. Então, pode-se concluir que, sob essa perspectiva, os objetivos da industrialização e da racionalização se confundem.

No segundo contexto, a racionalização se torna uma ferramenta para a busca da industrialização na construção, sendo assim definida pelo autor:

Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de ações que tenham como objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

Segundo essa perspectiva, pode dizer-se que o grau de racionalização de certo empreendimento é determinado pela combinação de operações resultantes de técnicas construtivas utilizadas que, por sua vez,

dependem dos tipos de materiais e componentes definidos na concepção dos projetos.

A melhoria da fase de desenvolvimento de projetos, através de melhor organização de seus respectivos processos e procedimentos, o equacionamento das interfaces entre os diferentes projetos e a gestão correta entre as interfaces das etapas, desde a concepção até a execução de um edifício, são temas que necessitam especial atenção na construção: a gestão de projetos.

O mercado construtor já percebeu que a busca de qualidade, a racionalização e a conversão do processo de construir em uma linha de montagem passam pela etapa de desenvolvimento de projetos. No setor ainda não há uma visão global do processo e é necessário lidar, também, com a dificuldade tecnológica dos fornecedores em atender as novas demandas do mercado.

Para Barros (1997), a estratégia de implementação na qual se insere essa ação está fundamentada no princípio de possibilitar a aplicação da tecnologia construtiva racionalizada como uma forma de impulsionar a melhoria contínua dos recursos tecnológicos organizacionais empregados no processo construtivo tradicional de produção de edifícios com vistas à sua máxima racionalização e conseqüente evolução tecnológica e organizacional. Ao se aplicar uma estratégia para a implementação de tecnologias construtivas racionalizadas no processo construtivo de uma empresa construtora, espera-se obter uma melhoria tecnológica nesse processo, suficiente para que o retorno obtido sirva de motivação para que novas melhorias sejam implantadas. Esse processo é contínuo, procurando-se atingir sempre um patamar mais elevado de racionalização no processo de produção.

A tecnologia construtiva racionalizada enfoca a importância significativa do desenvolvimento de um trabalho sistemático para a construção,

através da aplicação de técnicas de engenharia para elaboração de metodologias, procedimentos, manuais, desenhos, treinamento e, ainda, o desenvolvimento de um programa de racionalização e padronização.

Duarte e Salgado (2002) afirmam que o projeto executivo pode ser um eficaz instrumento, capaz de otimizar o uso dos materiais, levando em conta suas dimensões, diminuindo desperdícios na hora de sua colocação e de orientado para as melhores soluções de integração dos sistemas construtivos utilizados, evitando, assim, incompatibilidades entre eles.

Através do condicionamento dos processos de produção, para encontrar a qualidade na construção, técnicas são levadas em conta, tais como as que resultam numa melhoria no nível de perdas, através da racionalização no padrão da manutenção de produção bem como na sistemática desses processos, tanto no campo de sua ação como na interação com outras áreas que lhe são comuns.

Para Oliveira (2000), a empresa deve estabelecer mecanismos de análise e monitoramento do mercado, buscando identificar oportunidades e tendências, antecipando as expectativas de seus potenciais clientes. O estudo de viabilidade de um empreendimento deve envolver diversos setores da empresa, avaliando-se a decorrência das decisões na empresa como um todo. Esse contexto incorpora a racionalização construtiva, possibilitando reduzir desperdícios como tempo, recursos humanos e sua rotatividade, materiais e os altos índices de retrabalhos.

Nesse contexto, transformações vêm ocorrendo na construção civil, aliadas às consequências da globalização e à abertura da economia ao mercado internacional e aos novos sistemas construtivos baseados na racionalização dos processos que interagem com outros sistemas, sendo introduzidos com vistas à otimização da qualidade e produtividade.

A racionalização possibilita, também, um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, como a qualidade na estrutura organizacional envolvida, inovações tecnológicas e produtivas, e diversidade dos conceitos relativos aos produtos e ao seu processo de finalização.

Conforme Romano (2003), a organização dos processos de desenvolvimento de projetos se faz necessária em todos os segmentos da construção civil. A autora comenta que, independentemente do tipo de mercado em que determinada empresa atua, a correta gestão dos processos de projetos traz significativos benefícios. A complexidade desse processo pode variar de acordo com a natureza e porte do empreendimento a ser materializado.

A gestão do processo de projeto pode ser citada como uma das mais importantes dentro da gestão de um empreendimento como um todo. No Brasil, os esforços nesse sentido ainda têm sido modestos, embora a melhoria da qualidade dos produtos e processos já esteja no discurso dos empresários do setor.

Formoso (1993) constatou, em pesquisa realizada sobre as dificuldades dos gestores técnicos, que quase na totalidade das vezes, as reuniões realizadas entre construtoras e projetistas são feitas de maneira informal, através de visitas ou contatos telefônicos. Segundo pesquisas do autor, apenas 11% das empresas adotavam comunicações por escrito. Mais de 90% das empresas alteravam projetos durante a execução da obra, sendo que 22% delas revelaram que as obras tinham início antes da conclusão dos projetos executivos. Na pesquisa, foram identificados os problemas mais comuns relacionados aos projetos, sendo complementares as respostas mais freqüentes, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Falhas típicas de projetos apontados por construtoras

TIPO DE PROBLEMA	PERCENTUAL
Incompatibilidade entre diferentes projetos	53
Erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas	53
Falta de detalhamento dos projetos	48
Falta de discriminação de materiais e componentes	47
Detalhamento inadequado dos projetos	47
Discriminação falha de materiais e componentes	26

Fonte: adaptado de Formoso, 1993

Além das falhas típicas apresentadas nessa tabela, Formoso também aponta como problemas recorrentes: atrasos na entrega dos projetos, inadequações de memoriais descritivos, soluções técnicas inadequadas, falta de interesse de projetistas em conhecer elementos da obra e revisões feitas por técnicos não habilitados.

Melhado (1994) ressalta que, embora indesejáveis, podem ocorrer alterações nas discriminações de materiais, cronogramas, métodos construtivos e até mesmo no projeto ao longo da execução do empreendimento. Portanto, a atuação do coordenador de projetos deve ser continuada durante todo o processo de construção. Para o autor,

[...] o trabalho de coordenação na elaboração de projetos constitui-se em tarefa complexa e de cuja eficiência dependerá a qualidade do projeto resultante, justificando-se, portanto, a adoção de procedimentos metodologicamente estabelecidos, que visem orientar simultânea e conjuntamente os vários profissionais e estabelecer adequado fluxo de informações entre eles, além de conduzir as decisões a serem tomadas no desenvolvimento do projeto.

Destaca também que a coordenação deve estabelecer com clareza o fluxo de informações, a uniformização da linguagem e dos objetivos dos projetistas, bem como proporcionar profunda interação com os métodos e processos construtivos e a devida consideração de todos os parâmetros que norteiam o desenvolvimento do empreendimento. Conforme a Figura 8, o coordenador de projetos deve exercer papel de facilitador e gerenciador desse complexo processo.

Na Figura 8 pode-se observar que tanto os projetos, como a construção propriamente dita, constituem uma rede. Assim, qualquer alteração ou intervenção em um projeto particular produz consequências nos demais. Quando um fato como este ocorre, a coordenação de projetos deve identificá-lo, equalizá-lo e transmiti-lo a todos os envolvidos, de forma clara, objetiva e ágil.

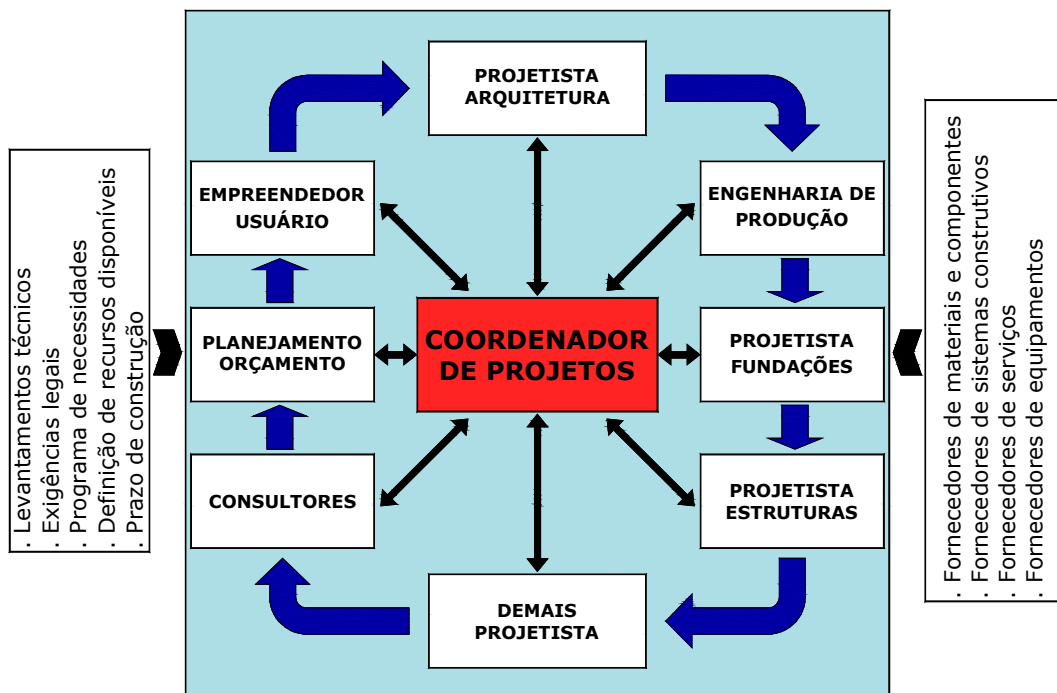


Figura 8 - Coordenação de projetos – desenvolvimento simultâneo dos projetos.
 Fonte: adaptado de Melhado, 1994

Segundo Fabrício (2002), o coordenador de projetos deve atuar de forma pró-ativa, desenvolvendo a capacidade de prever os possíveis problemas e interferências entre os projetos e as interfaces das etapas construtivas. A antecipação na ocorrência de incompatibilidades é fundamental, pois proporciona redução importante de recursos humanos, financeiros e prazo. Para tal, o coordenador deve manter estreita relação com os setores de planejamento, orçamento e, principalmente, com os coordenadores de obras e gerentes de produção.

4 ■ ESTUDO DE CASO – INSTITUIÇÃO PÚBLICA

Ne capítulo apresentam-se os resultados dos estudos que tem por base dois projetos executivos de obras da Universidade Federal de Viçosa (UFV): o edifício dos Laboratórios de Engenharia (LENG) e o edifício do Centro de Ciências Humanas II (CCH-II). Ambos os projetos foram financiados pelo Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) e estão sendo construídos com recursos advindos do mesmo programa.

Os estudos foram realizados a partir dos relatórios produzidos por uma equipe técnica da UFV, composta por professores, técnicos (arquitetos e engenheiros) e mestrandos do curso de engenharia civil. No LENG foram estudados os relatórios produzidos durante a fase de recebimento das várias revisões dos projetos executivos pela empresa responsável por sua

elaboração. No CCH-II foram estudados os relatórios produzidos durante a construção do edifício, a partir dos projetos executivos entregues. Ambos os projetos foram elaborados pela mesma empresa, responsável por elaboração de todos os projetos executivos das duas edificações.

4.1 LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA

O projeto arquitetônico é de autoria do arquiteto André Luís de Araújo em parceria com o engenheiro Tiago Albrecht, ambos mestrandos e colaboradores. O projeto executivo foi elaborado por uma única empresa contratada por licitação pela UFV.

Para a construção do edifício, pela primeira vez foi adotado na UFV um partido construtivo em estrutura metálica com a alvenaria externa independente do esqueleto sustentante (Figura 9 e Figura 10).

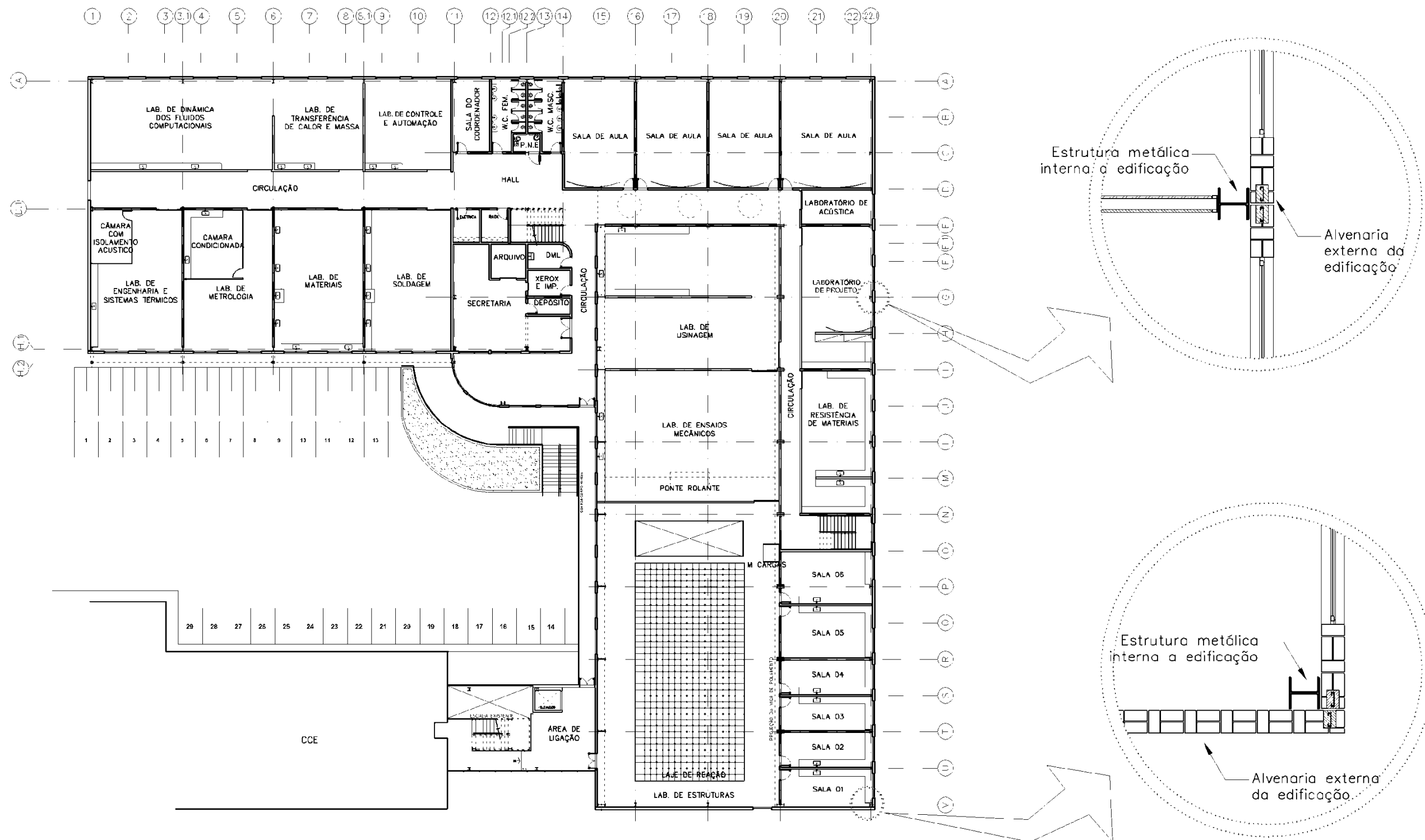


Figura 9 - Planta do pavimento 01 com detalhe da alvenaria em relação à estrutura metálica.

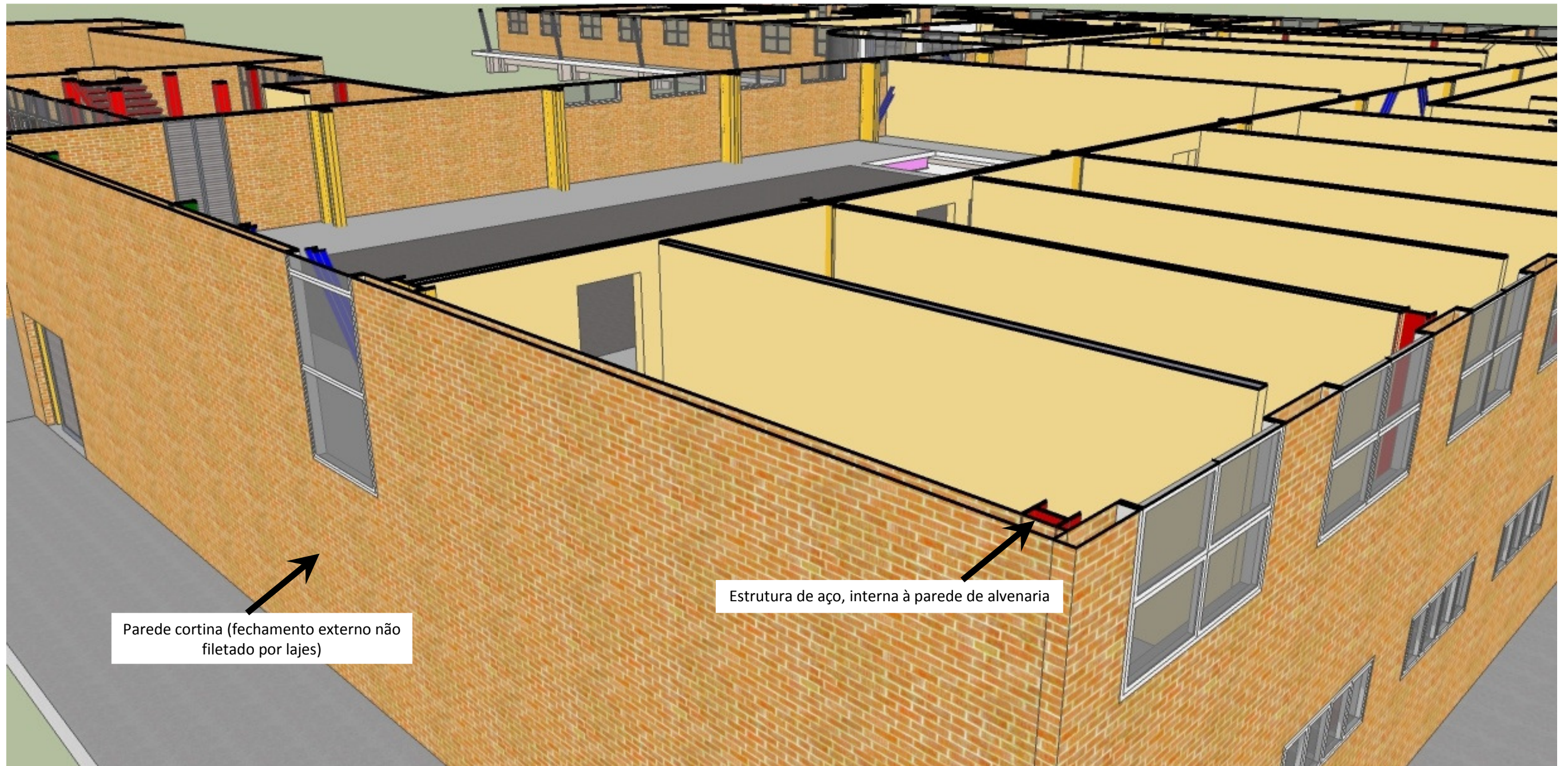


Figura 10 - Perspectiva do pavimento 01 mostrando alvenaria em relação à estrutura de aço.

4.1.1 Avaliação do projeto

Por possuir elementos construtivos não convencionais em prédios de laboratórios de universidades, desde a fase de projeto de fundação apresentada à UFV, especial atenção foi dedicada por uma equipe de professores e mestrandos da área de estruturas do Departamento de Engenharia Civil para superar inadequações devidas a:

- blocos de fundação na região da ponte rolante: existência de cargas horizontais e momentos fletores que não estavam sendo devidamente considerados pela empresa responsável pelo projeto executivo;
- número de estacas em cada ponto: o dimensionamento requeria além do cálculo da capacidade estrutural da estaca, considerar também a capacidade geotécnica;
- travamento dos blocos: as vigas da fundação foram colocadas em função do recebimento de paredes, com isso alguns blocos ficaram sem travamento;
- comprimento das estacas: o boletim de sondagem do solo indicava profundidade para estaqueamento inferior ao comprimento das estacas do projeto de fundação;
- níveis dos blocos: o edifício foi projetado em dois níveis de fundação, no entanto, não foi apresentada a diferenciação dos níveis dos blocos;
- rebaixamento dos blocos: uso de pescoço para rebaixamento de todos os blocos, mesmo quando não era necessário;
- fosso do elevador: ausência da fundação do elevador, não havendo, portanto, indicações dos níveis dos blocos, vigas, pilares ou detalhamento desses elementos;
- cortina de concreto: a drenagem da cortina de concreto estava sendo feita para dentro da edificação;
- estrutura metálica: ausência de nicho nos blocos de fundação para inserção das chapas de base da estrutura metálica;

- área de ligação entre o prédio do CCE e o dos Laboratórios de Engenharia: apesar de ser prevista uma área de ligação entre ambos, não foi apresentada nenhuma solução de fundação, de estrutura metálica ou detalhamento arquitetônico;
- ligação vigas-laje: ausência de detalhamento dos insertes entre viga metálica e laje de concreto;
- apoio para platibanda: colunas metálicas com altura insuficiente para apoiar a platibanda, e inexistência de vigas de apoio para a platibanda, de forma que esta estava com bordo livre;
- viga de apoio para a cobertura: inexistência de viga para apoio da cobertura em um dos eixos estruturais (eixo 11);
- perfis inexistentes: representação de um perfil inexistente na estrutura na elevação da fila V, à esquerda do eixo 15;
- contraventamentos: não fechamento dos quadrantes dos contraventamentos nos eixos 15 e 20;
- passarela do segundo pavimento: não foi apresentado projeto estrutural para a cobertura da passarela (Figura 11);
- guarda-corpo e corrimão: todos os guarda-corpos e corrimãos foram projetados para fixação por dois parafusos na parte superior da laje ou degraus de escadas; para maior segurança dos usuários foram re-elaborados. A fixação do guarda-corpo passou a ser feita através de uma chapa de aço soldada na alma da viga, chapa essa parafusada a uma braçadeira que recebe os pilares do guarda-corpo (Figura 12). A fixação dos corrimãos passou a ser feita através do parafusamento por quatro ao invés de dois parafusos (Figura 13);

- telhado: inexistência de elementos auxiliares para a manutenção do telhado. Foram incluídos (Figura 14) no projeto de cobertura um acesso ao telhado através de uma abertura na laje sobre uma das escadas do edifício, passarelas de inspeção e escadas tipo marinheiro para acessar os diversos níveis da cobertura. Também foram incluídas calhas na cobertura tipo *shed*.

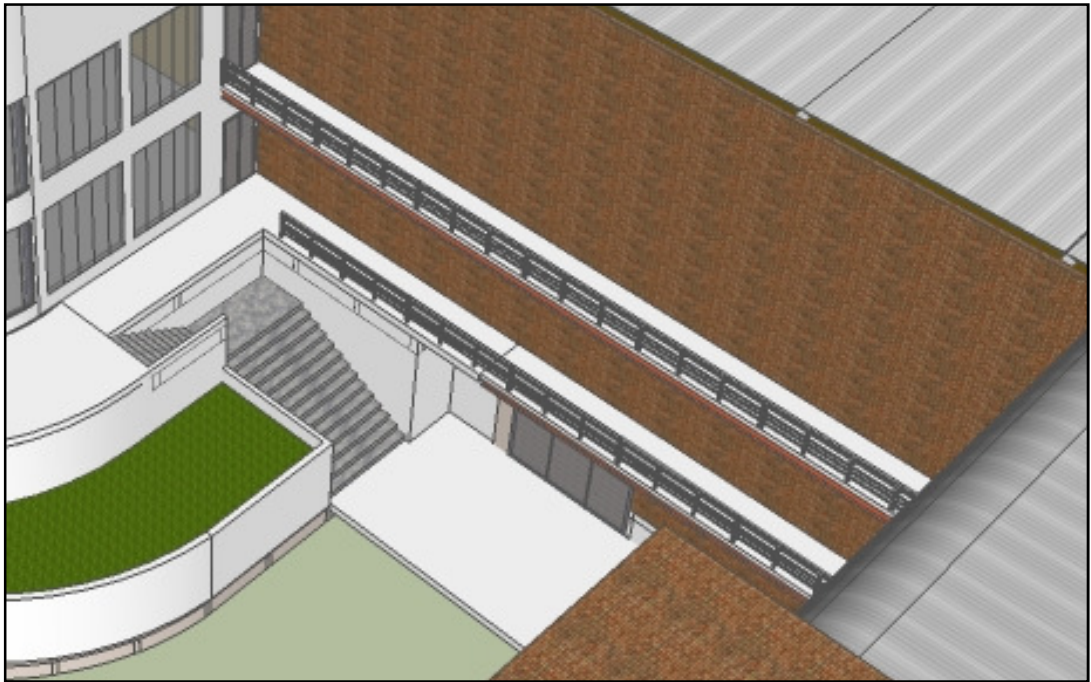


Figura 11 - Passarela sem cobertura

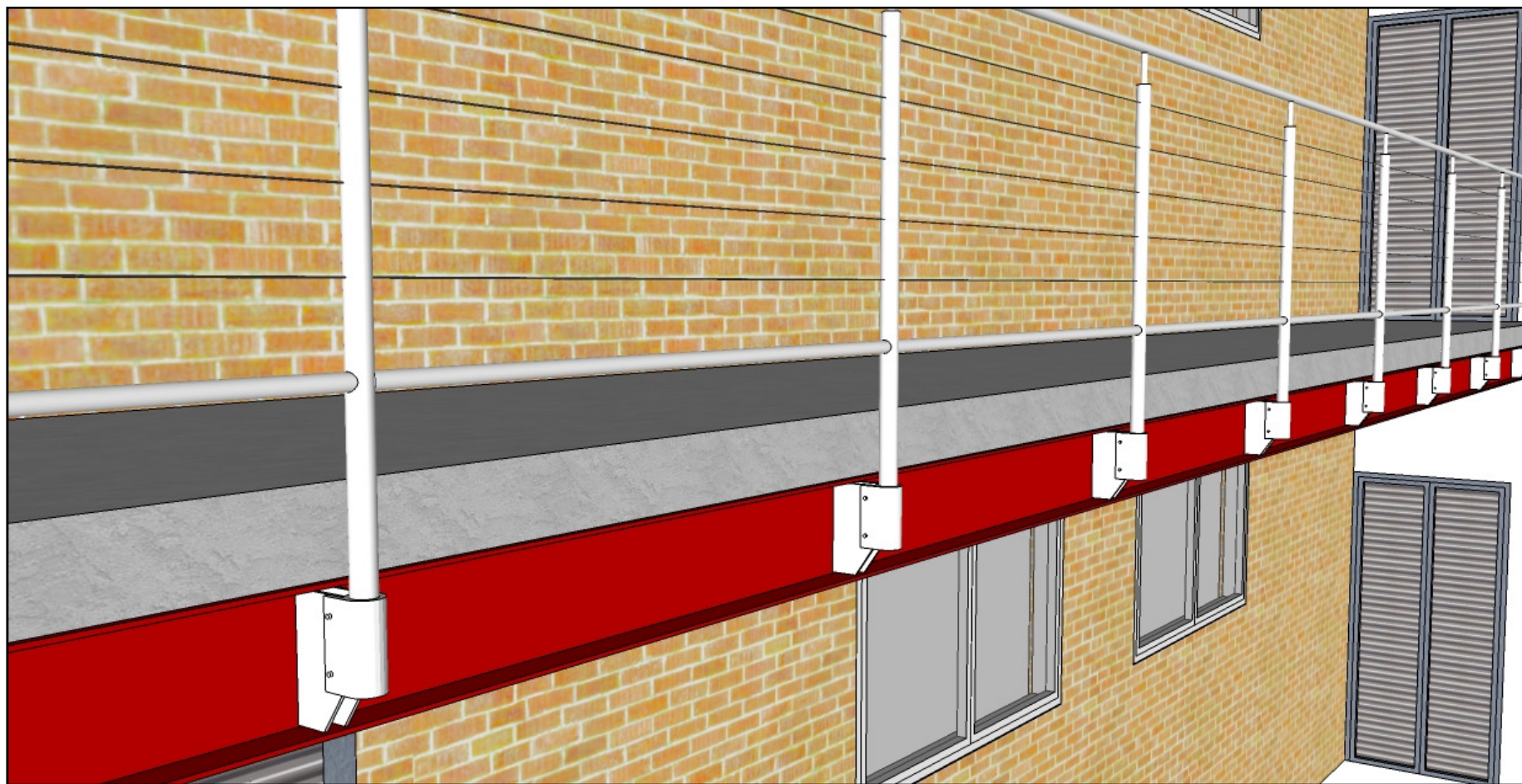


Figura 12 - Detalhe da fixação dos guarda-corpos.

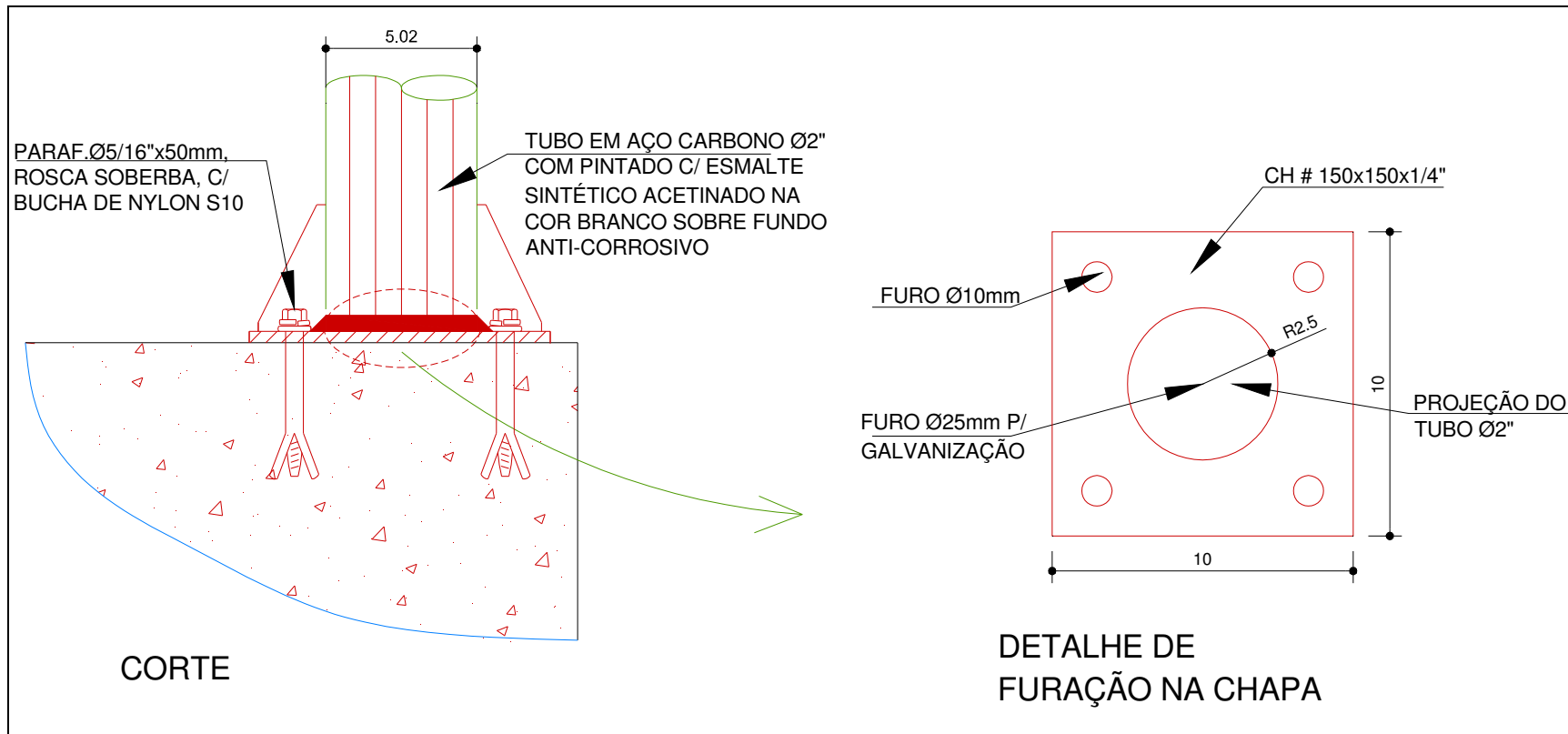


Figura 13 - Detalhe da fixação dos corrimãos.

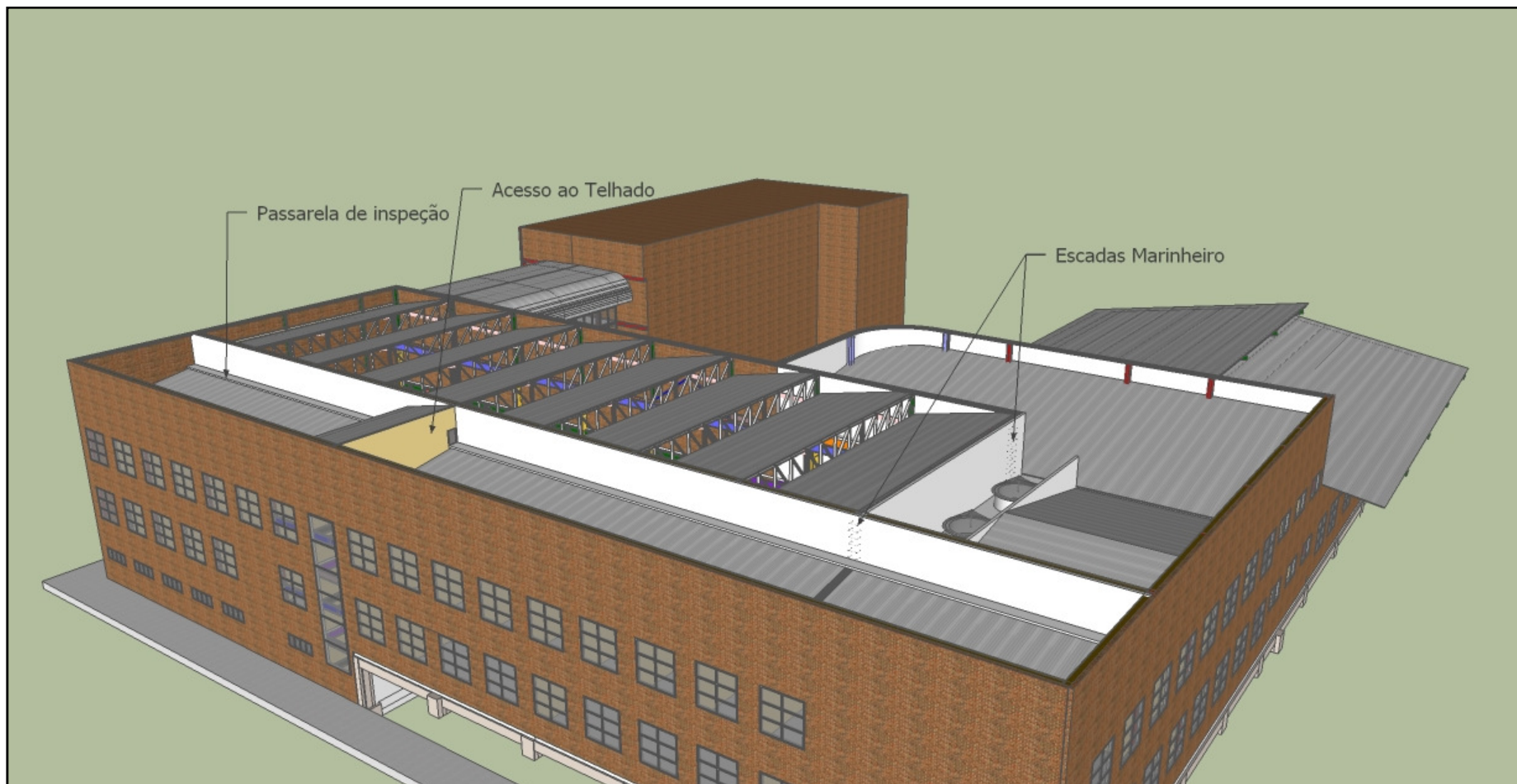


Figura 14 - Elementos auxiliares à manutenção da cobertura.

4.1.2 Compatibilização dos projetos

A empresa contratada para a elaboração dos projetos executivos também era responsável pela compatibilização entre eles de modo a evitar interferências. No entanto, incompatibilidades nos projetos finais foram detectadas pela equipe técnica da UFV. Enumeram-se abaixo essas incompatibilidades:

- pilares no auditório: inicialmente o projeto de estrutura metálica apresentou pilares dentro do auditório; a compatibilização com o arquitetônico solucionou o problema;
- contraventamento: a compatibilização permitiu a alteração do local de contraventamento, inicialmente colocado junto a aberturas;
- representação gráfica: vigas representadas em planta baixa e no entanto não aparecem na elevação;
- paredes externas: projeto arquitetônico apresentando paredes sem afastamento da estrutura, compatibilizado de acordo com os 2cm adotados pelo projeto de alvenaria e considerados na fundação;
- esquadrias: foi necessário fazer correção da posição e do dimensionamento no projeto arquitetônico de acordo com o projeto de alvenaria, correção do quadro resumo de esquadrias em função das alterações e correção do detalhamento dessas esquadrias;
- escada da área de ligação: correção da escada e do posicionamento dos pilares na área de ligação, em função de a escada já estar construída;
- paginação: compatibilização da paginação com as diversas alterações efetuadas nos três pavimentos do projeto arquitetônico;
- revestimentos externos: compatibilização no projeto executivo de arquitetura dos revestimentos externos com o projeto arquitetônico inicial;
- área de ligação: apesar de possuir área de ligação com o CCE no projeto básico de arquitetura, o anexo do LENG não foi detalhado

suficientemente para sanar as incompatibilidades provenientes da união de dois edifícios, apresentando os problemas a seguir listados (Figura 15):

- telhado: a cobertura existente sobre a escada da área de ligação foi substituída por outra que cobriria toda a área de ligação, sem considerar as alturas do dois edifícios na elaboração da cobertura, sendo considerados apenas as elevações dos Laboratórios. Com isso, a nova cobertura foi projetada à mesma altura da porta do último pavimento do CCE;
 - terceiro pavimento: de modo a solucionar o problema da cobertura, o anexo foi ampliado a um terceiro pavimento, elevando assim a altura da cobertura e possibilitando acesso ao terceiro pavimento do CCE;
 - porta sem acesso: no pavimento térreo, entre a área de ligação e o edifício dos Laboratórios, na parede 06, existia uma porta sem acesso, por possuir um degrau de 1,0m de altura. Esta porta foi eliminada do projeto, sendo o vão preenchido com alvenaria;
 - guarda-corpo: com a criação da área de ligação, mostrou-se necessário um guarda-corpo entre a escada e o piso da área de ligação; contudo esse guarda-corpo não foi projetado; em revisão posterior, elaborou-se o projeto do guarda-corpo;
 - plano de vidro: o fechamento externo da área de ligação, definido como sendo um plano de vidro, não foi detalhado.
- mictórios: foi retirado um mictório dos pavimentos 01 e 02, pois a instalação hidráulica estava coincidindo com o pilar da estrutura metálica.

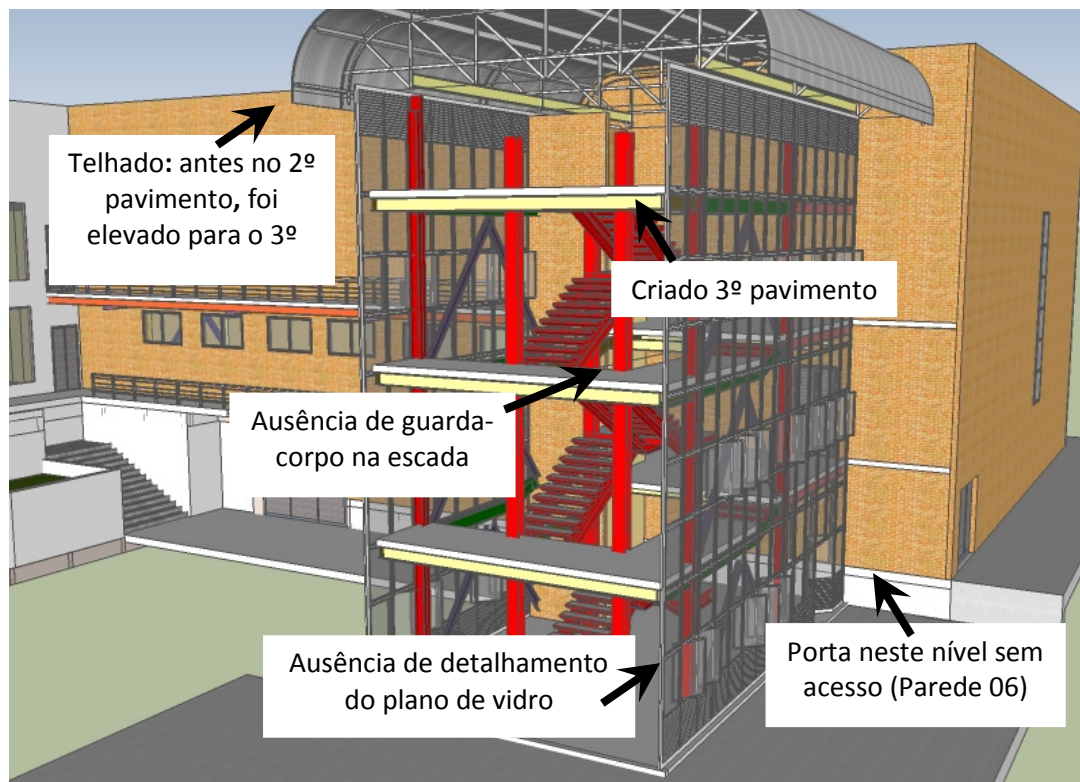


Figura 15 - Anexo entre o LENG e o CCE.

4.1.3 Projeto de alvenaria

A empresa responsável pela elaboração dos projetos executivos contratou o engenheiro Roberto de Araujo Coelho para elaboração do projeto de alvenaria, que contou com a colaboração de bolsistas (mestrandos e graduandos) do REUNI.

Para a elaboração do projeto de alvenaria, foram reunidos os projetos finais de fundação, estrutura metálica e arquitetura entregues pela empresa responsável pela elaboração dos projetos executivos e verificada a compatibilidade entre eles. Algumas falhas de compatibilidade foram encontradas:

- deslocamento dos eixos das estruturas no projeto arquitetônico em relação aos outros projetos;

- esquadrias dimensionadas inadequadamente com o tipo de alvenaria, as esquadrias tiveram de ser redimensionadas para não causarem danos às alvenarias, passando a possuir comprimento máximo de 2,0m.

Identificadas as incompatibilidades entre os projetos e as irregularidades no projeto arquitetônico e feitas as correções em todos os projetos, desenvolveu-se o projeto de alvenaria.

Foi elaborado um projeto básico de alvenaria, devido ao tempo disponível para execução do mesmo. Este projeto não considerou as instalações prediais, apenas arquitetura, fundação e estrutura metálica.

O projeto desenvolvido de alvenaria consta de 17 pranchas formato A1 de desenhos e especificações dos quais fazem parte:

- planta com a identificação das diversas paredes externas da edificação, como considerado em projeto (Figura 16);
- paredes externas: detalhamento de cada parede externa constando elevação da parede, fiadas 1 e 2 e a altura da janela do assentamento de tijolos, cortes da elevação e marcação de todos os detalhes necessários à execução da parede (Figura 17);
- planta dos três pavimentos da edificação com marcação de todos os detalhes necessários à construção da alvenaria interna (Figura 18);
- todos os detalhes necessários à construção da alvenaria externa: juntas, ligações com estruturas, verga, contraverga e reforço (Figura 19);
- detalhes necessários a execução da alvenaria interna, que foram marcados nas plantas (Figura 20).

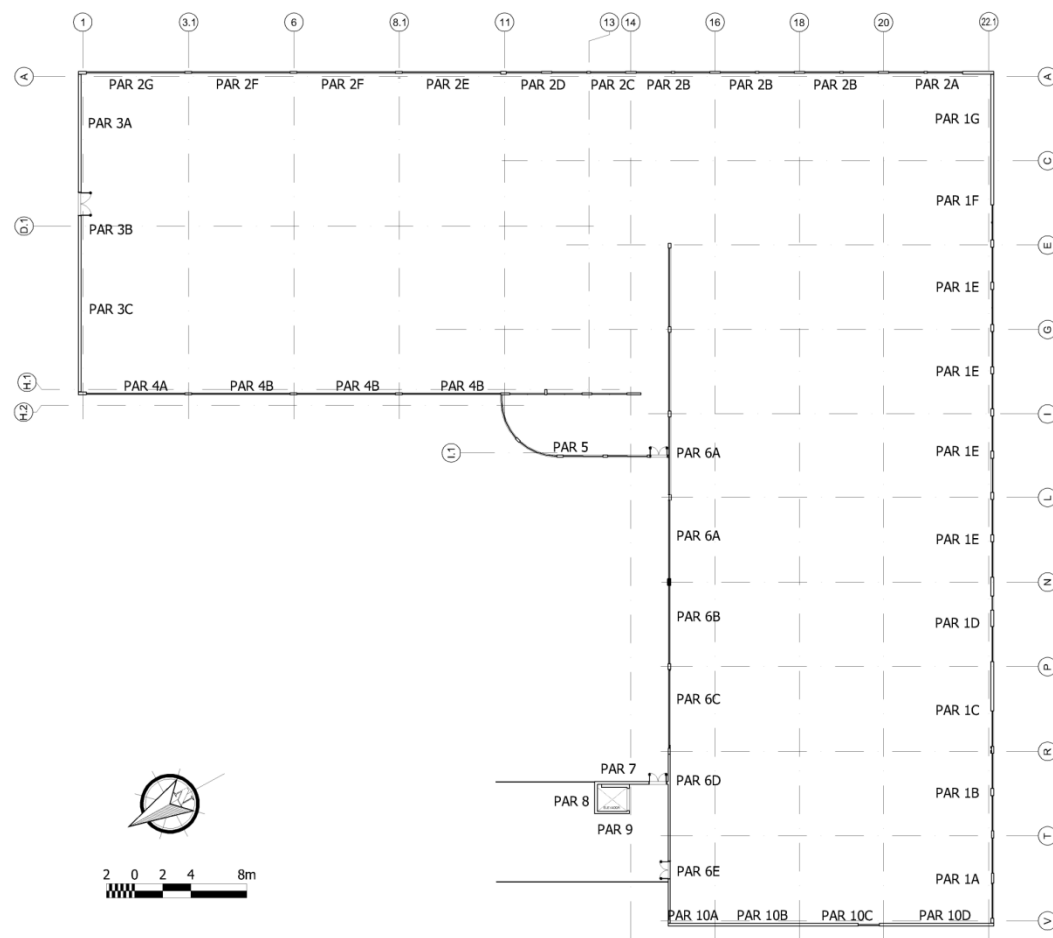


Figura 16 - Marcação das paredes externas em planta baixa

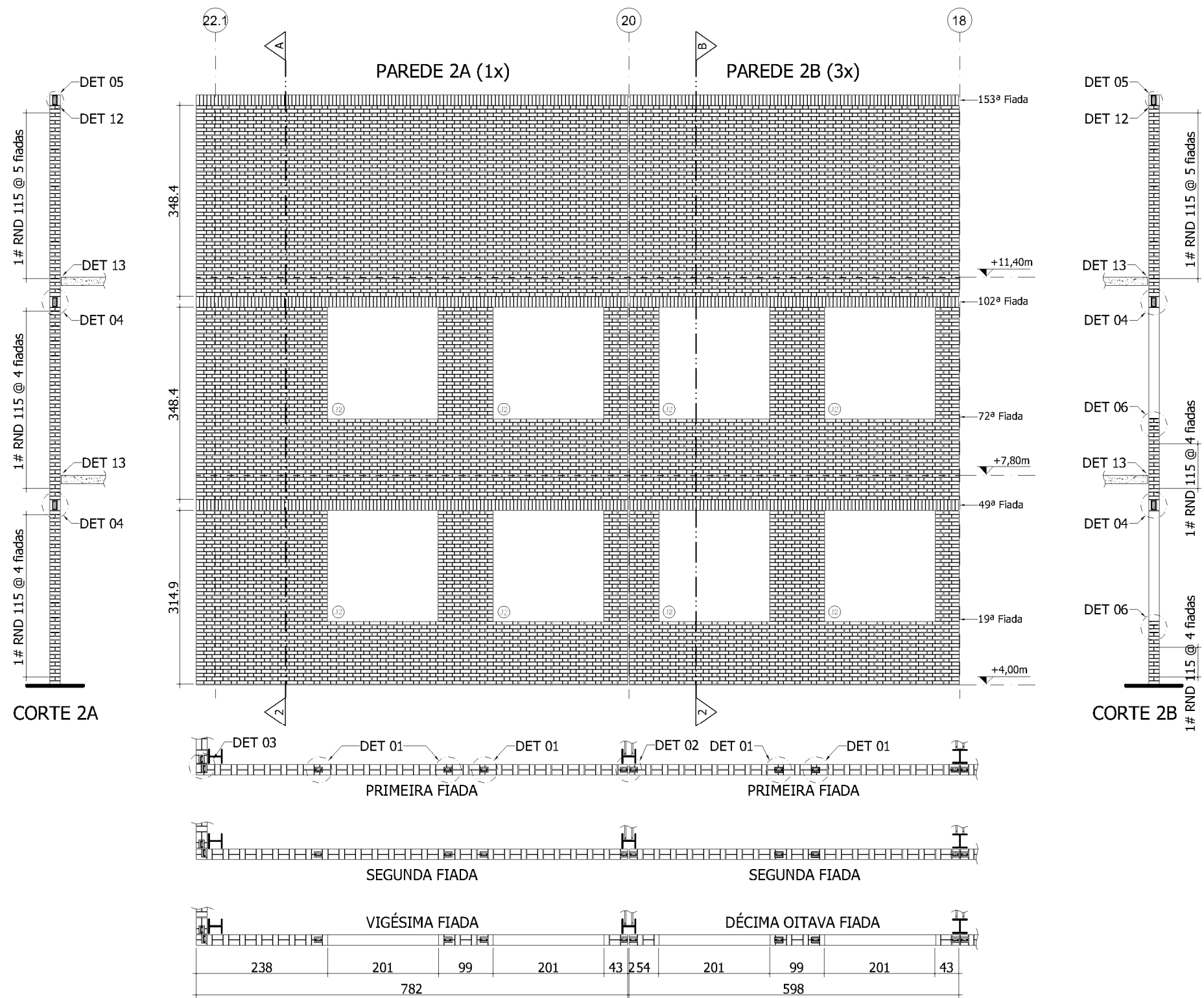


Figura 17 - Exemplo de detalhamento do projeto de uma parede dos Laboratórios de Engenharia

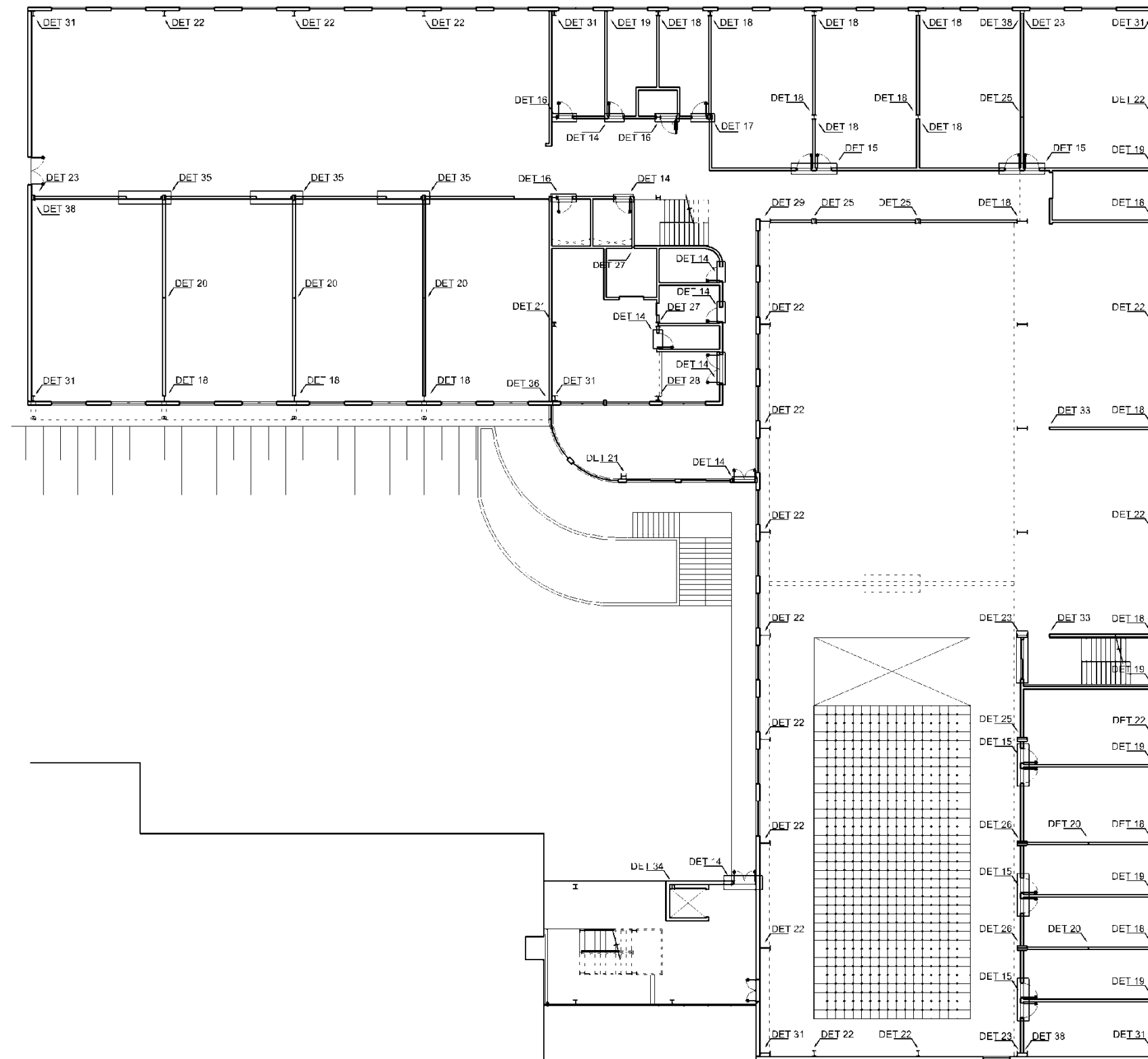
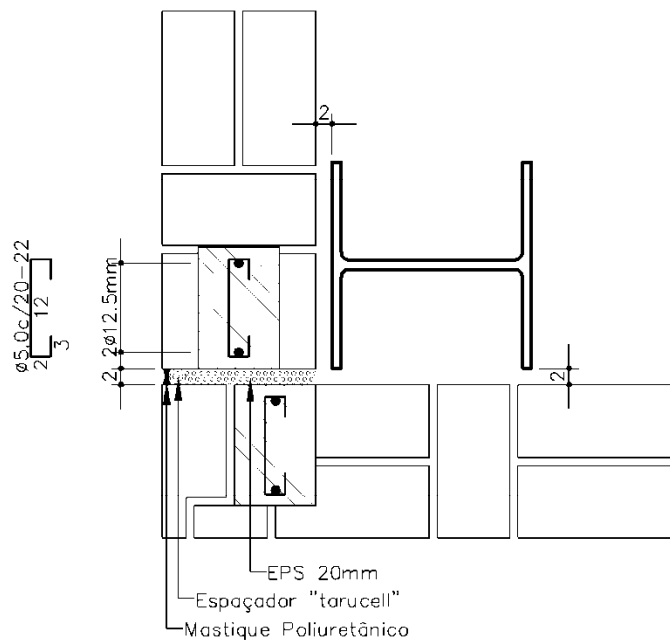
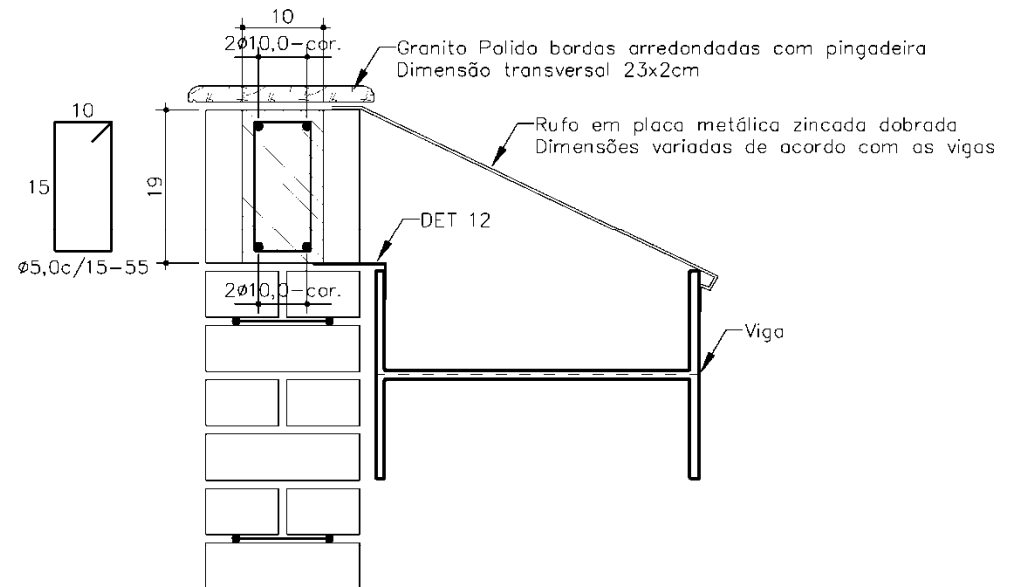


Figura 18 - Pavimento 01: marcação dos detalhes internos

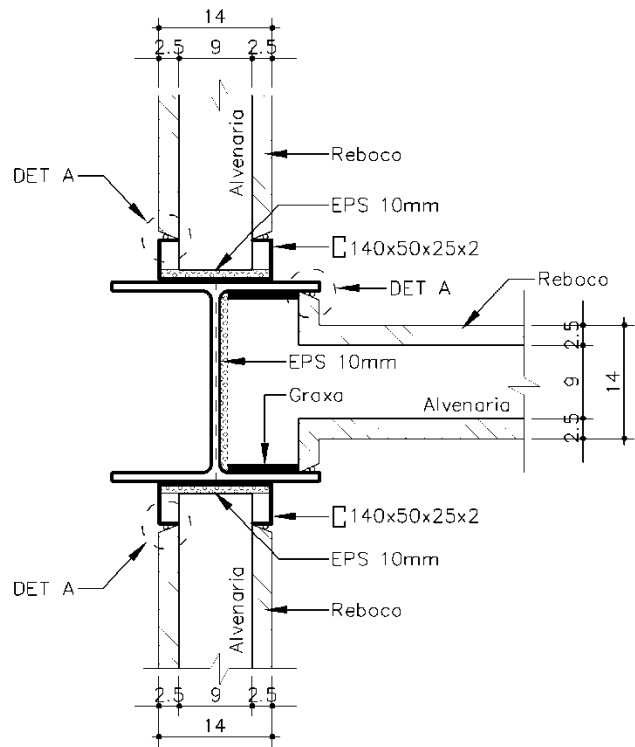


DETALHE 03

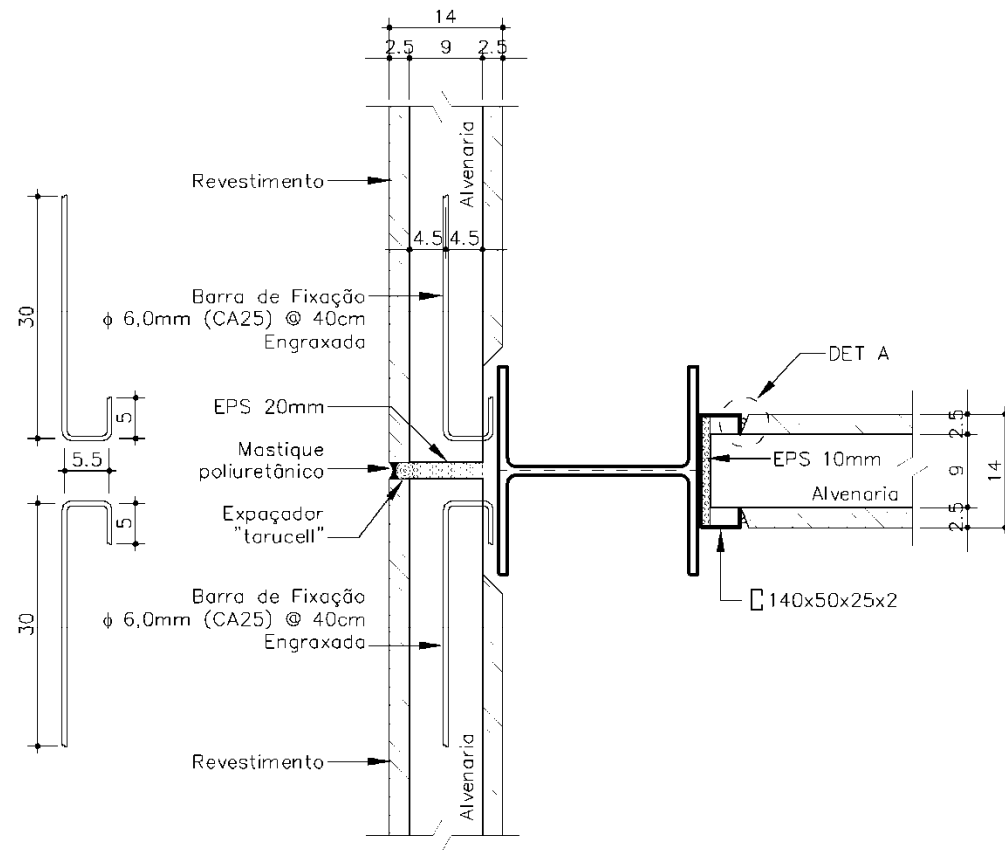


DETALHE 05

Figura 19 - Exemplo de detalhamento dos Laboratórios de Engenharia – Paredes Externas



DETALHE 27



DETALHE 28

Figura 20 - Exemplo de detalhamento do Laboratórios de Engenharia - Paredes Internas

Durante o desenvolvimento do projeto de alvenaria foi possível identificar falhas significativas no projeto de estrutura metálica, como:

- colunas metálicas com altura insuficiente para apoiar a platibanda (Figura 21);
- inexistência de vigas de apoio para a platibanda, de forma que esta estava com bordo livre (Figura 21);

Algumas adaptações no projeto de arquitetura e estrutura metálica foram necessárias em função do projeto de alvenaria:

- redimensionamento das esquadrias em função do vão máximo suportado pela alvenaria (Figura 22);
- reposicionamento das esquadrias em função da localização dos tijolos nas paredes, a fim de evitar cortes e trabalhos desnecessários;
- alteração da dimensão da laje *steel deck* de modo que essa passasse a seccionar a parede adjacente ao eixo 11, diminuindo o tamanho dessa parede e facilitando a amarração dela à estrutura (Figura 23).

Portanto, o projeto de alvenaria permitiu solucionar problemas em outros projetos – fundação, estrutura metálica e arquitetura – evitando que decisões fossem tomadas em obras, evitando retrabalhos ou alterações arquitetônicas no projeto em obra, prevenindo-se futuros danos à própria alvenaria.

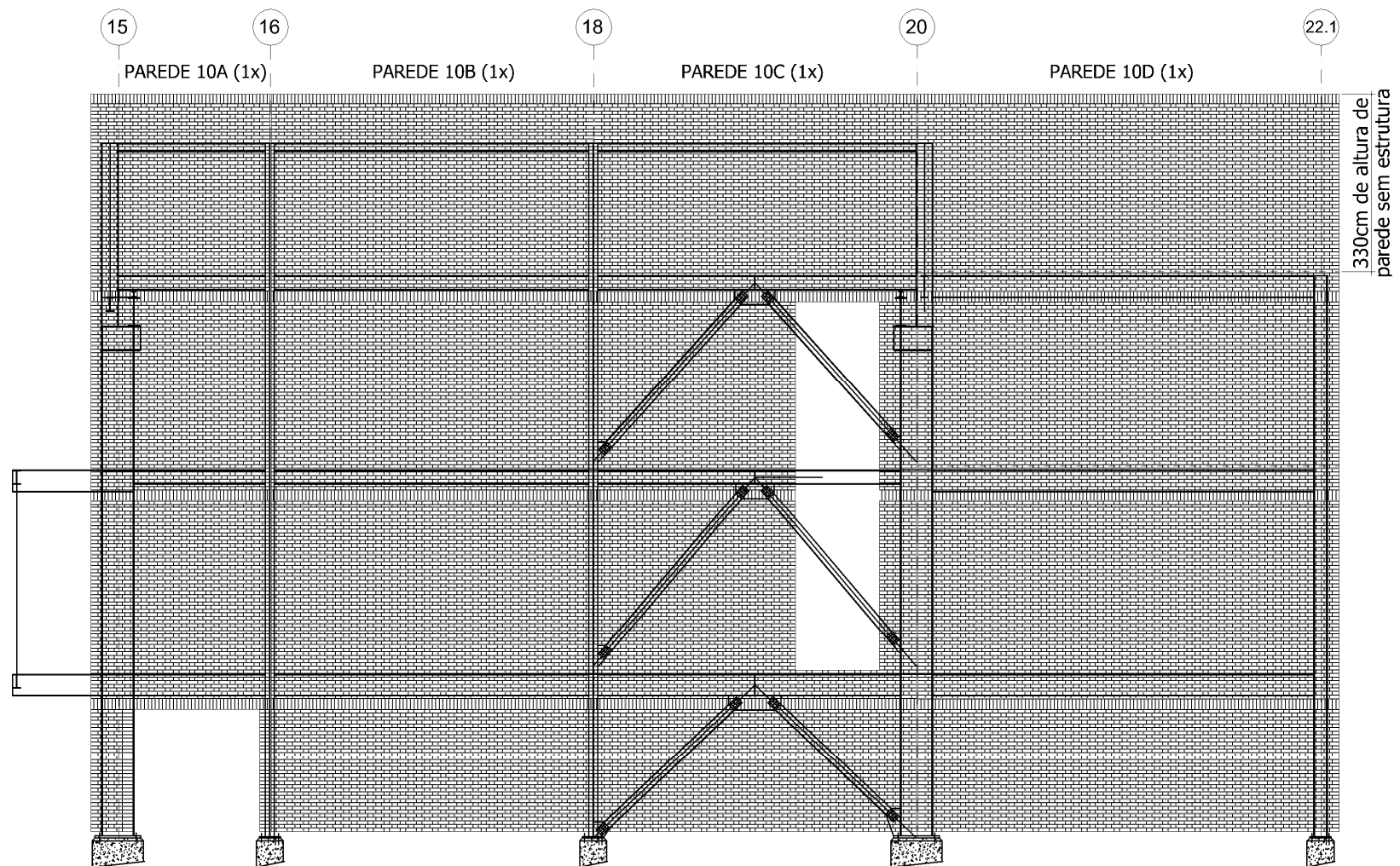
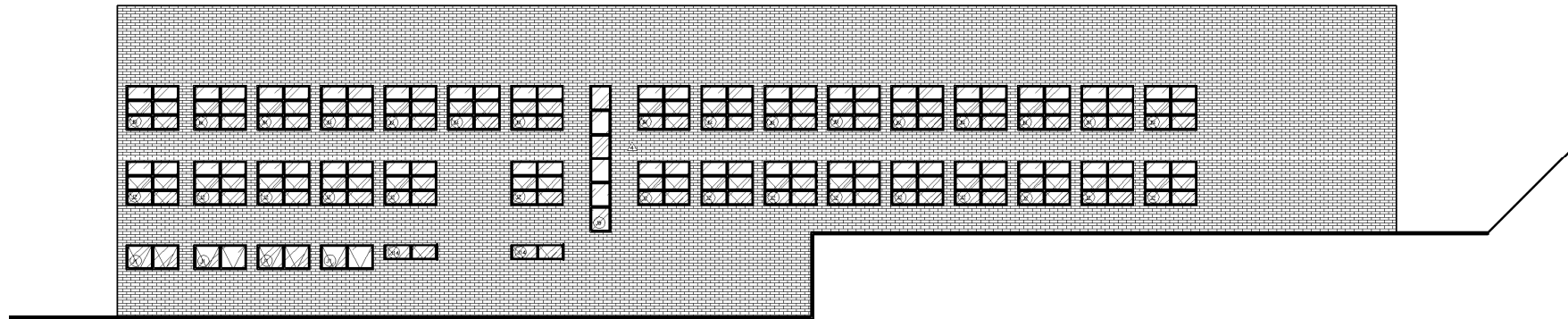
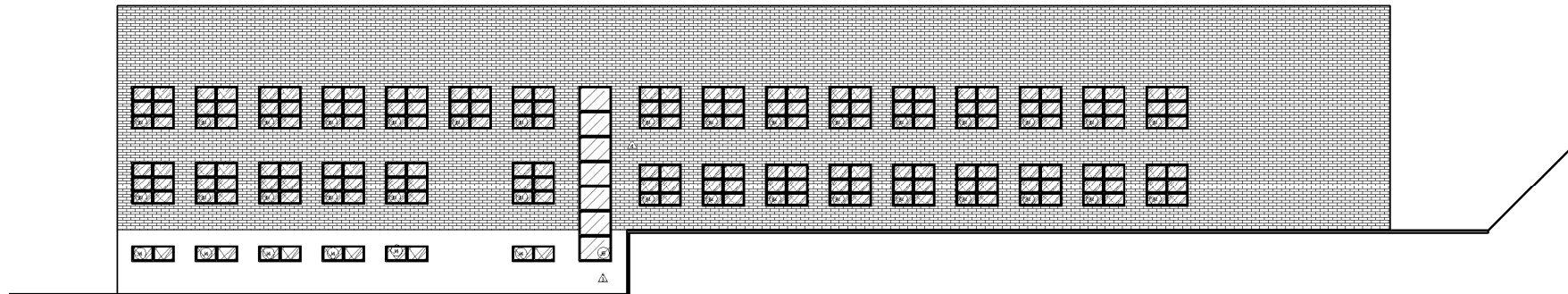


Figura 21 - Estrutura da parede 10 em relação à estrutura



FACHADA LATERAL DIREITA

ESCALA 1:100



FACHADA LATERAL DIREITA

ESCALA 1:100

Figura 22 - Fachada lateral direita antes (acima) e depois (abaixo) do redimensionamento das esquadrias.

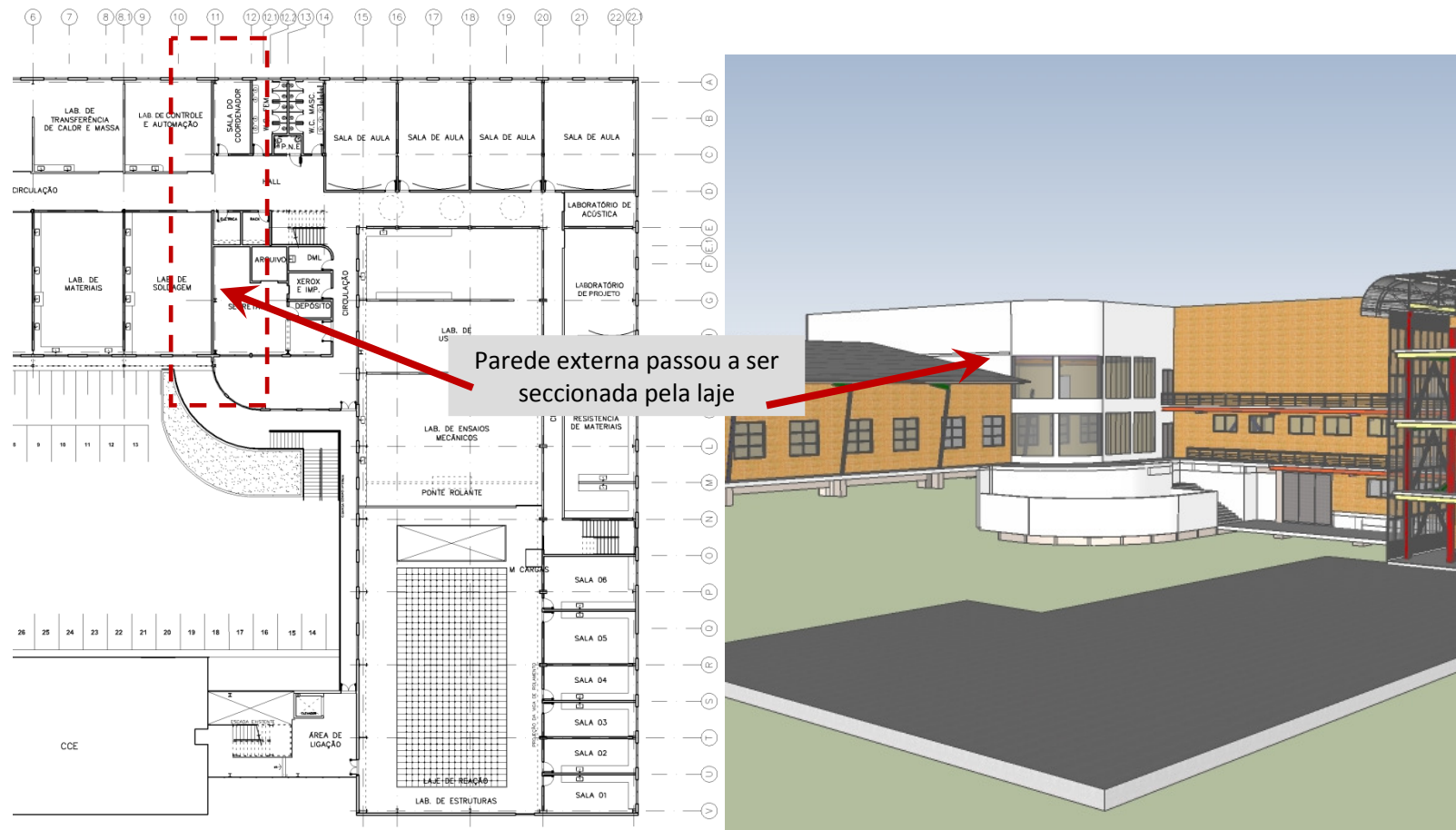


Figura 23 - alteração da dimensão do *steel deck*.

4.2 CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS II

O projeto arquitetônico é de autoria do arquiteto Paulo Francisco de Oliveira. O projeto executivo foi elaborado por uma única empresa contratada por licitação pela UFV.

4.2.1 Compatibilização dos projetos

A empresa contratada para a elaboração do projeto executivo também era responsável pela compatibilização entre eles de modo a evitar interferências, visto que foi contratada uma única empresa responsável por todos os projetos executivos. No entanto, durante a execução da obra foram detectadas incompatibilidades de grande importância, expostas a seguir.

Pilar do Elevador

O elevador da edificação, como pode ser visto no projeto arquitetônico (Figura 24), está situado entre os eixos **16.a** e **16.b** e filas **I** e **J**.

Executada a fundação do edifício e durante a montagem da estrutura de aço foi detectada uma divergência entre os projetos de fundação e de estrutura de aço, referente à posição de um dos pilares do elevador. No projeto de estrutura de aço, o pilar aparece na interseção dos eixos **16.a** e **I.1**, enquanto que no projeto de fundação, o pilar aparece na interseção dos eixos **16.a** e **I** (Figura 25).

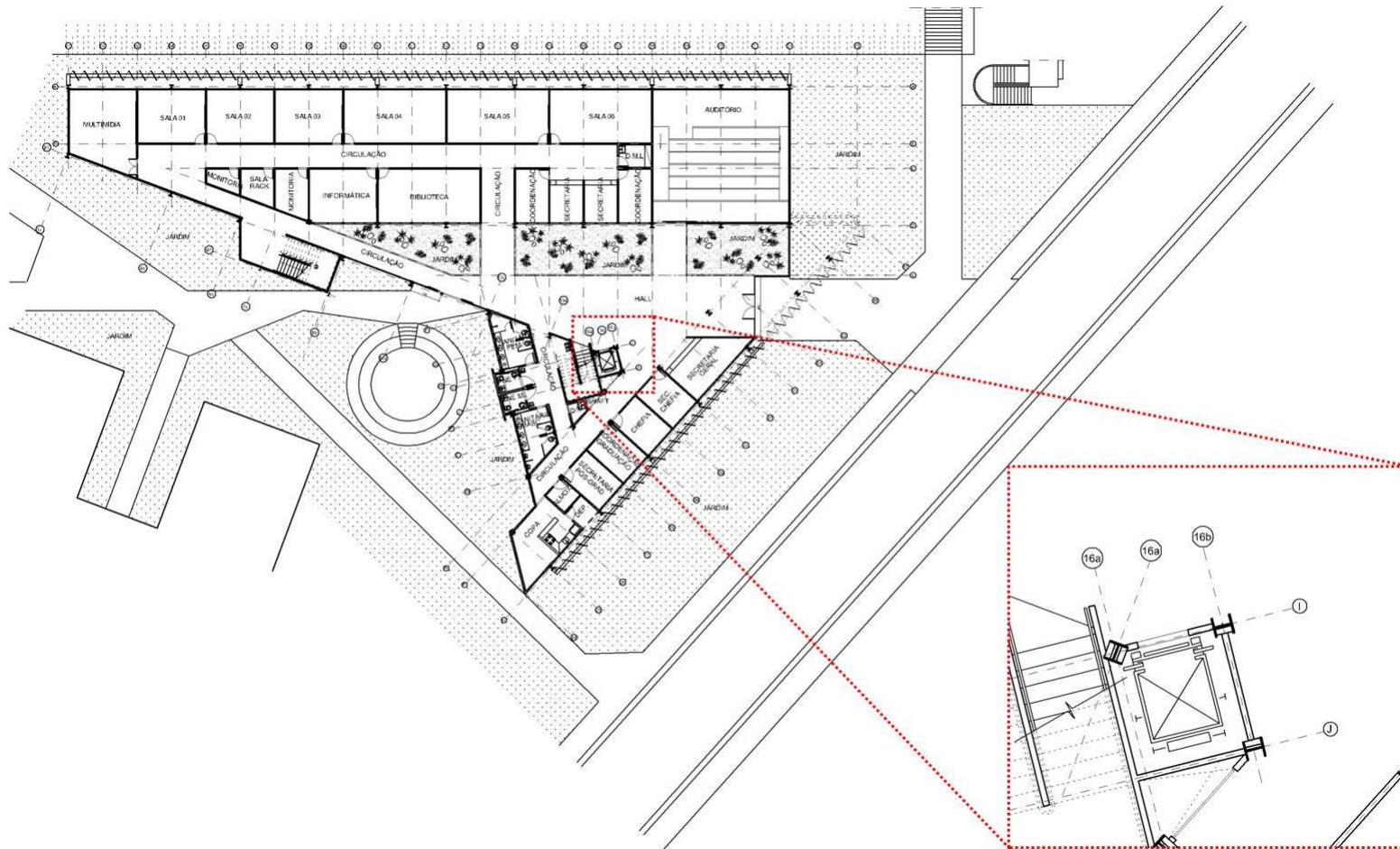


Figura 24 - Planta da arquitetura (21/08/2009) do Edifício CCH-II, primeiro pavimento, detalhe do elevador

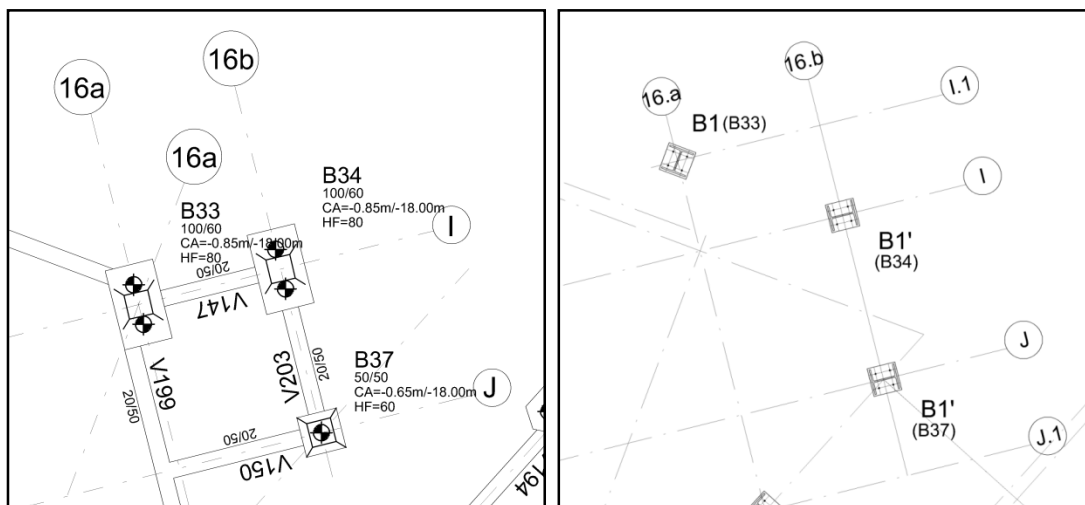


Figura 25 - Fundação executada (esquerda), e estrutura de aço em execução (direita)

Após verificação dos arquivos de projetos, chegou-se à conclusão que:

- o mapa de cargas utilizado pelo projetista da fundação refere-se a um arquivo de 21/08/2009 e o pilar encontra-se na interseção dos eixos **16.a** e **I**, referenciado no Mapa de Cargas como base **B33**;
- no desenho de arquitetura ARQ-0217-rA de 21/08/2009 consta a indicação do pilar na interseção dos eixos **16.a** e **I** (Figura 26);
- no Plano de Bases (Des. EEM-0111), com data de referência de 06/09/2009, consta a mesma indicação de pilar da arquitetura supracitado, ou seja, o pilar encontra-se na interseção dos eixos **16.a** e **I** (Figura 26).

Portanto, ficou explicitado que o projetista da fundação desenvolveu o projeto de acordo com os projetos supracitados a ele encaminhado.

Em 18/09/2009 foi emitida uma nova revisão (B) do projeto de arquitetura (Des. ARQ-0217-rB) gerada em função da necessidade de compatibilizar o com projeto de estrutura de aço, onde o pilar que aparecia na interseção dos eixos **16.a** e **I** foi deslocado para a interseção dos eixos **16.a** e **I.1**. Esta modificação, que deu origem à revisão B de arquitetura (Figura 27), não foi comunicada ao projetista da fundação, o

que gerou divergência detectada somente na fase de montagem da estrutura de aço.

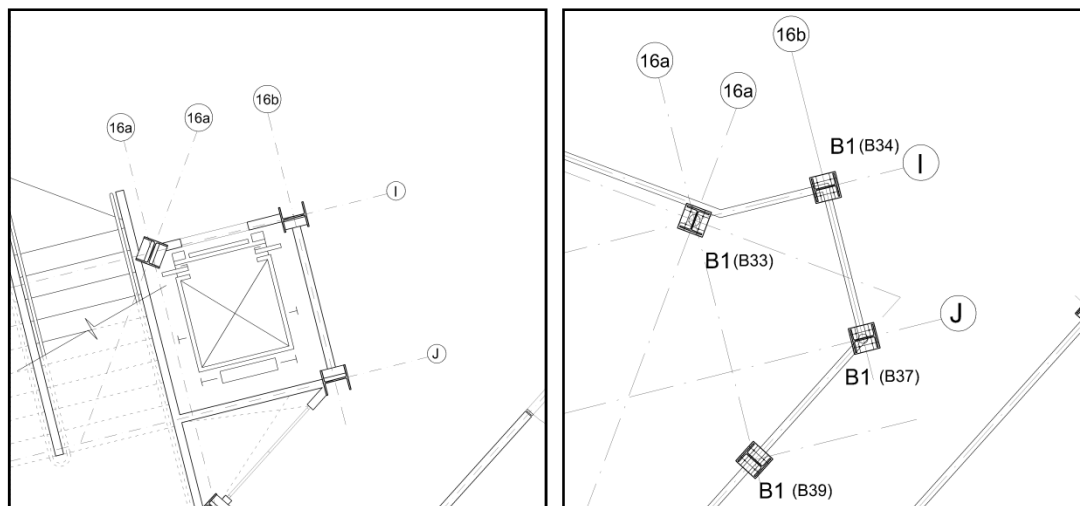


Figura 26 - Arquitetura de ago/2009 (esquerda), e plano de bases duas semanas após (direita)

Em 03/03/2011 foi realizada uma consulta à empresa responsável pela fabricação e montagem da estrutura de aço com a finalidade de avaliar a possibilidade de realocar o pilar da interseção dos eixos **16.a** e **I.1** para a interseção dos eixos **16.a** e **I**.

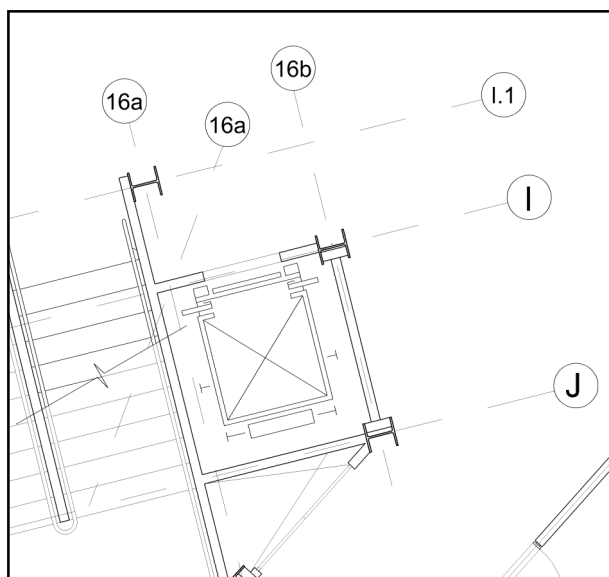


Figura 27 - Detalhe região do elevador no projeto arquitetônico (Des. ARQ-0217-rB) de 18/09/2009

Após diversas ponderações tomou-se a decisão de executar nova fundação em estacas na interseção dos eixos **16.a** e **I.1** com seu respectivo bloco de coroamento.

Fosso do Elevador

No Projeto Executivo de Estrutura de Aço (Desenho EEM-0112-rA) havia uma indicação "AGUARDAR" na região do elevador do edifício (Figura 28). Esta marca de projeto foi utilizada porque no projeto de arquitetura não foi especificado o modelo de elevador a ser utilizado, assim como não havia sequer um corte passando pela caixa de elevador.

No Projeto Executivo de Fundações, o projetista decidiu manter a mesma indicação "AGUARDAR" para a região do elevador, não tendo também definido os elementos estruturais que formam o fosso do elevador (Figura 28).

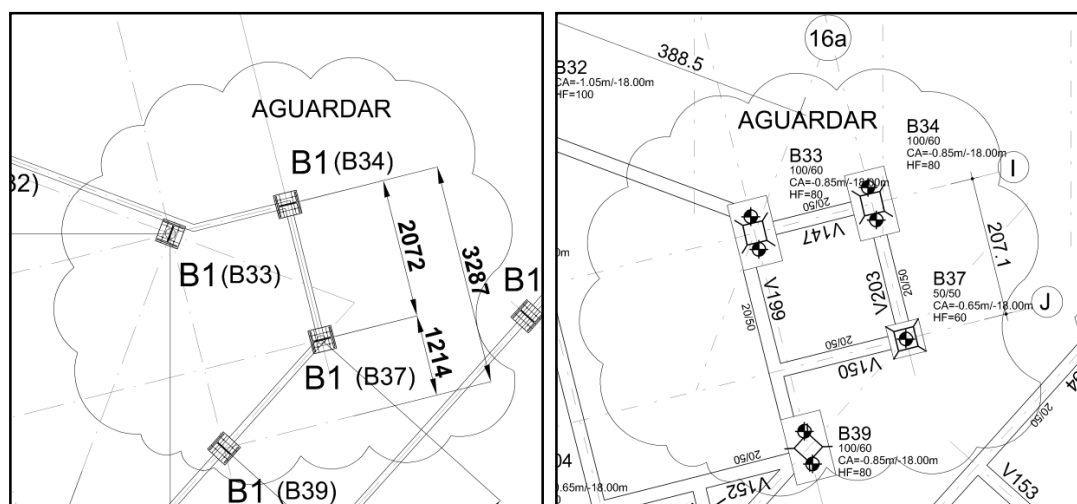


Figura 28 - Projeto de estrutura de aço (esquerda), e projeto de fundação (direita), ambos com indicação "AGUARDAR"

Durante a execução da fundação do edifício, com base no Projeto Executivo de Fundações, a empresa responsável pela execução ignorou a marca de projeto "AGUARDAR" e executou os elementos de fundação da

região do elevador, sem sequer questionar a respeito do fosso necessário para funcionamento do mesmo.

Após algumas discussões, a empresa responsável pela execução da fundação do edifício decidiu pela reconstrução da região do elevador, conforme projeto de fundações revisado.

Estrutura de aço

A posição dos contraventamentos em planta foi acordada entre o projetista da estrutura de aço e a equipe técnica da UFV, após revisão de uma das etapas do projeto executivo (Figura 29). No entanto, na emissão da revisão A deste projeto vários elementos do sistema de contraventamento que haviam sido definidos na revisão intermediária não foram colocados.

A ausência dos elementos de contraventamento só foi notada durante uma visita eventual de profissionais da UFV à obra, durante a etapa de montagem da estrutura de aço (Figura 30).

Em função da deficiência detectada, a UFV solicitou uma revisão do projeto de estrutura de aço, com o objetivo de incluir os elementos de contraventamento faltantes (Figura 31).

A nova revisão do projeto estrutural (rB) foi encaminhada à empresa responsável pela fabricação e montagem, gerando custos adicionais ao contrato inicial.

Erros de grande importância foram encontrados durante a execução da obra. Estes erros teriam sido evitados se o coordenador da empresa responsável pelo projeto executivo tivesse acompanhado a elaboração das várias disciplinas de projeto e junto aos projetistas tivesse realizado a compatibilização dos projetos.

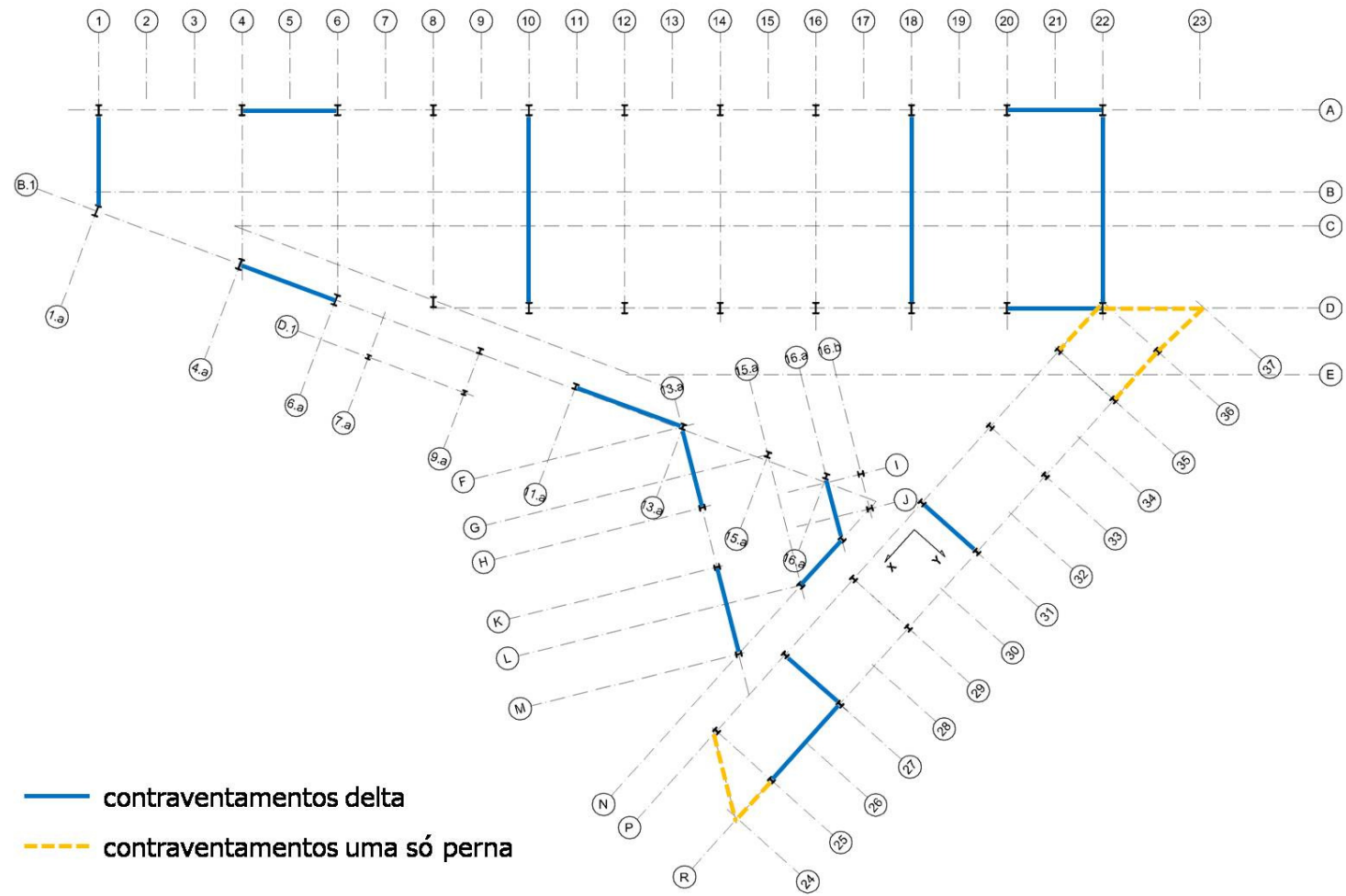


Figura 29 - Marcação dos locais de contraventamentos acordados

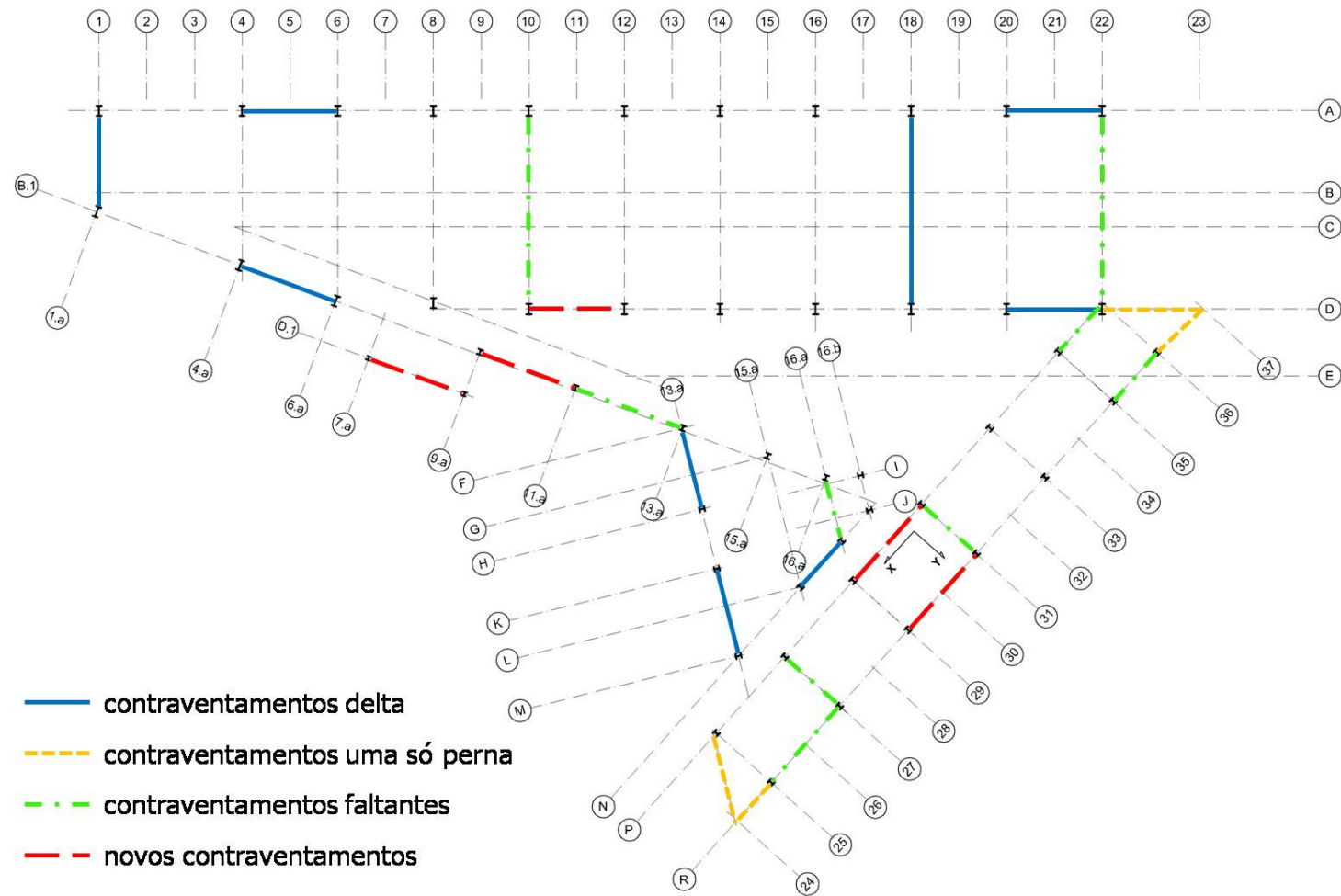


Figura 30 - Marcação em planta dos contraventamentos executados.

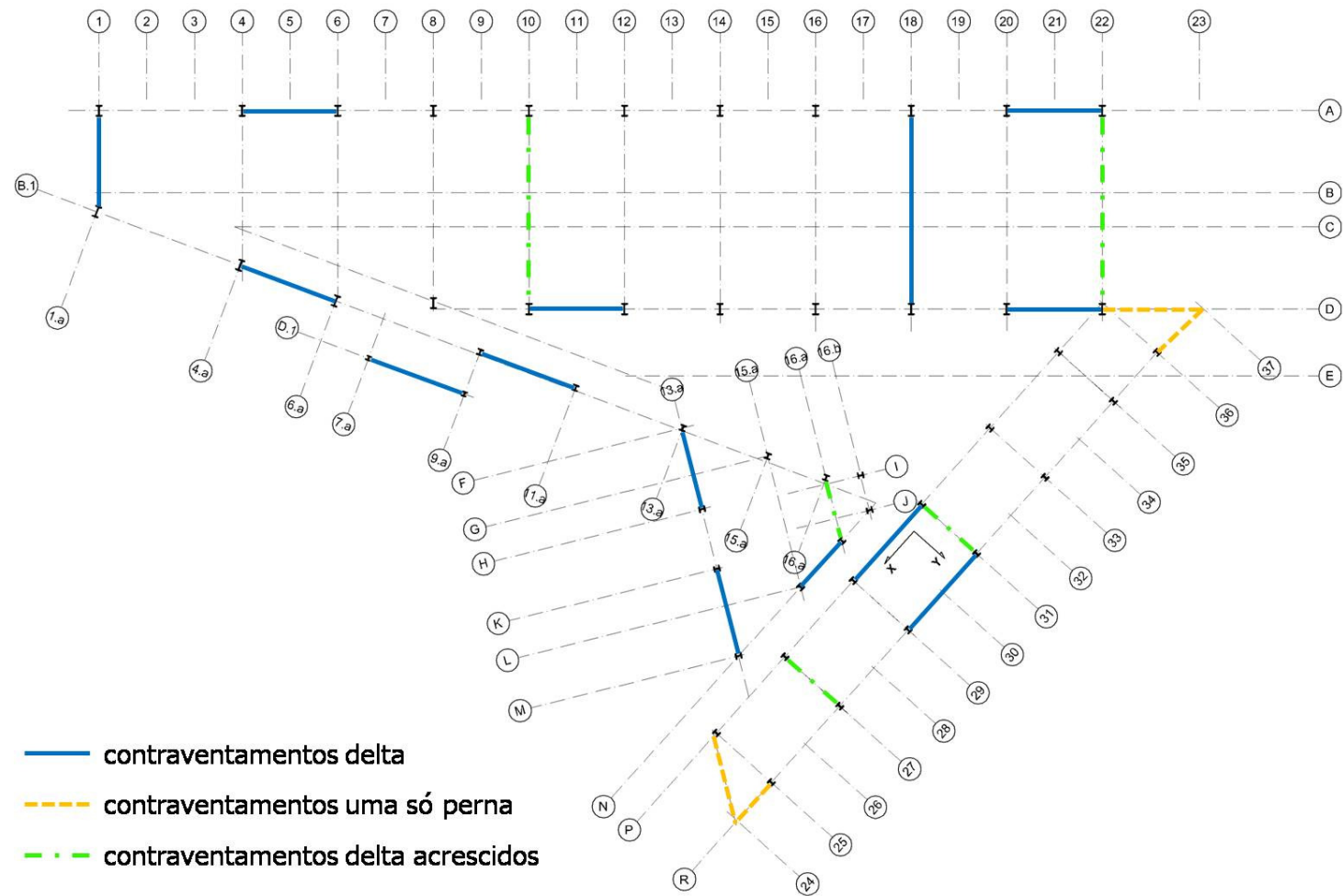


Figura 31 - Indicação dos contraventamentos pós-revisão do projeto em execução.

5 ■ ESTUDO DE CASO EM EMPRESAS PRIVADAS DE VIÇOSA-MG

O trabalho foi realizado com empresas construtoras da cidade de Viçosa-MG, denominadas Empresa A, Empresa B e Empresa C. São empresas com alguma experiência no mercado de construção civil viçosense, tanto no quesito elaboração de projetos para construção quanto na construção e acompanhamento de obras.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS E PROJETISTAS

A caracterização ocorreu por meio de entrevistas realizadas no primeiro trimestre de 2011 e encontra-se discriminado na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização das empresas privadas estudadas

	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C
TEMPO DE MERCADO	14 anos	7 anos	1 ano (criada a partir de outra antiga na cidade)
PROFISSIONAIS NA EMPRESA	2 arquitetos 2 engenheiros	2 arquitetos 2 engenheiros	Apenas engenheiros
EMPREENDIMENTOS EM DESENVOLVIMENTO	3 – residencial e misto	5 – residencial e misto	9 – loteamento, residencial e misto
REQUISITOS PA TRABALHAR NA EMPRESA	- graduação - experiência em obras - uso de softwares (Autocad, coreldraw, sketchup, 3D Studio, TQS, Excel)	- experiência com projetos - experiência com obras	- trabalha com profissionais indicados

5.2 INFORMAÇÕES PARA OS PROJETISTAS

Este item foi analisado através dos seguintes questionamentos iniciais: como eram passadas as informações aos projetistas; se existe troca de informações entre projetistas; e, como são realizados os registros das informações necessárias aos diversos projetos.

Todas as empresas utilizam-se dos meios verbal e e-mail para comunicar o que for necessário em relação aos projetos para projetistas de arquitetura e de engenharia. A empresa A também se utiliza de ata para registro das informações.

As três empresas encaminham para os projetistas de arquitetura:

- dados de entrada do projeto ou programa de necessidades do empreendimento;
- legislação municipal;
- prazos de realização do projeto;
- levantamento planialtimétrico do terreno e características do entorno.

Além dos pontos citados, a Empresa A encaminha informações decorrentes de análises críticas realizadas em projetos anteriores.

Os demais projetistas recebem como informação:

- dados de entrada do projeto ou programa de necessidades do empreendimento;
- legislação municipal;
- prazos de realização do projeto;
- projetos arquitetônicos e outros, se necessário.

Assim como no arquitetônico, na empresa A encaminham-se aos projetistas os projetos de engenharia e informações decorrentes de análises críticas realizadas em projetos anteriores.

Em todas as empresas, sempre que há necessidade, engenheiros e arquitetos trocam informações para desenvolvimento dos empreendimentos, formando assim uma equipe de projeto multidisciplinar, com arquitetos e engenheiros de formações distintas, de modo que um possa sempre suprir as deficiências dos outros.

As empresas retêm arquivadas todas as informações dos projetos, cada uma de forma diferente:

- a Empresa A faz o registro das informações em atas e através de arquivamento de e-mails trocados durante o processo, com projetistas e clientes;
- a Empresa B guarda todas as etapas de projeto, dos projetos preliminares aos projetos de detalhamento;
- a Empresa C comenta que a única forma de registro de informações são os projetos elaborados e que as informações necessárias a eles são passadas por reuniões ou e-mails.

A ausência do registro das informações pode fazer com que se percam detalhes importantes de uma ou mais etapas de projeto. Essas informações registradas, sejam em atas, e-mails, correspondências ou ofícios, servem de garantia sobre as decisões tomadas pelo grupo projetista, ou por um dos projetistas, ou pelo coordenador dos projetos. Com a ausência desse registro, pode ocorrer que um ou mais projetistas não seja informado ou não se dê conta da importância da decisão tomada, tornando os projetos em execução falhos e, portanto, incompatíveis entre si ou com o proposto inicialmente para a construção.

Observa-se, a partir disso, a necessidade de comunicação a todos os projetistas, mesmo que não estejam diretamente envolvidos no projeto alterado ou na decisão tomada. Esse registro facilita a comunicação entre todos os projetistas, bem como demonstra que foi veiculada a informação a todos os envolvidos no processo de projeto, evitando falhas como incompatibilidades nos projetos, erros de representação, discriminação falha de materiais e componentes da construção.

5.3 RELAÇÃO PROJETO E EXECUÇÃO

As empresas foram questionadas sobre acompanhamento das obras pelos projetistas e outros profissionais arquitetos e engenheiros, bem como retroalimentação dos projetos em função da execução.

Em todas as empresas há acompanhamento das obras pelos profissionais que elaboraram os projetos, mas os engenheiros exercem com mais frequência esta função do que os arquitetos. As empresas A e B utilizam outros engenheiros e arquitetos para acompanhamento das obras, além dos projetistas do empreendimento. Na empresa C, além do acompanhamento dos projetistas, há acompanhamento pelos engenheiros da empresa.

Todas as empresas trabalham com retroalimentação do projeto executivo durante a obra. A Empresa A processa as alterações e encaminha à obra com registro do encaminhamento e das alterações executadas, especificando as alterações, motivo de tê-las alterado e consequências dessa alteração. A Empresa B, sempre que necessário, processa as alterações nos projetos e encaminha esses projetos corrigidos à obra. A Empresa C, quando necessário, solicita as alterações aos projetistas, que os fazem e remetem os projetos a quem for preciso, seja na obra, no escritório da empresa, ou na prefeitura para nova aprovação.

Sempre que detectada qualquer interferência de projeto durante a execução, os projetistas devem rever o projeto de forma a sanar o problema apresentado. As três empresas fazem isso sempre que alguma falha de projeto ou imposição extra-projeto é detectada durante a construção. Como por exemplo, locação de fundação diferente de projeto por impossibilidade de execução conforme o projeto apresentado.

A presença de engenheiros e arquitetos em obra pode facilitar, caso seja necessário, a tomada de alguma decisão importante durante a execução, caso essa decisão não tenha sido tomada anteriormente durante a elaboração do projeto, ou não tenha sido suficientemente detalhada ou alguma modificação seja necessária em função do exposto em projeto e de problemas advindos de outras fontes, como por exemplo, o solo para execução da fundação.

5.4 PROJETOS EXECUTADOS

Os entrevistados das empresas foram questionados a respeito de padronização dos projetos: como é realizada, desde quando é realizada e quais benefícios a padronização tem convergido às empresas.

Cada empresa possui uma padronização dos projetos, que vai desde a forma de colher informações, passando pela padronização do desenho até a forma que é arquivada cada etapa de projeto.

A Empresa A é a que possui uma padronização voltada para o gerenciamento do empreendimento, sendo adotada a partir de 2009. A padronização dessa empresa considera as especificações dos projetos (tipo, nome do empreendimento, versão, autor, código de identificação, data), registro de informações (dados de entrada, análises críticas, validações, ocorrências), cronograma de projetos, e listagem de todos os projetos em desenvolvimento. Segundo esta empresa, a padronização

tem ajudado a controlar as alterações nos diversos projetos, bem como o rastreamento do mesmo, assim como o arquivamento de todo o processo do projeto e aprimoramento dos projetos em função do processo anterior.

A Empresa B possui uma padronização voltada ao desenho e sua forma de apresentação. Esta considera a padronização dos *layers* do desenho, legendas, quadros de áreas e detalhamentos dos projetos. A padronização é adotada desde a criação da empresa, facilitando a interação entre os projetos das várias disciplinas, assim como a leitura pelos projetistas e usuários que já estão habituados ao padrão adotado.

A Empresa C, por não elaborar projetos, não possui padronização na representação e apresentação dos projetos, deixando a cargo das empresas contratadas qualquer tipo de padronização.

Podem ser resumidas as formas de padronização pelas empresas da forma apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Padronização adotada por cada empresa estudada

EMPRESA	PADRONIZAÇÃO
A	Foco no gerenciamento
B	Foco na apresentação do projeto
C	Não adota

A padronização da forma de representação dos desenhos pode facilitar a coordenação entre as diversas disciplinas de projetos. Assim, a adoção de padrões para gerenciamento facilitaria o controle de alterações, rastreamento, arquivamento e aprimoramento dos projetos em execução.

Cada padronização pode levar a um benefício diferente: a adoção de padronização pode tornar o projeto final menos falho e mais fácil de coordenar e gerenciar.

Sobre padrões para desenhos, pode-se adotar entre outros:

- representação gráfica: facilita a compatibilização das diversas disciplinas de projeto (arquitetônico, fundação, estrutural, instalações). Dentro das representações gráficas pode-se considerar a adoção de:
 - escala única: representação de todos os projetos em mesma escala já que são utilizados programas de representação, o que facilitaria a combinação de vários projetos para verificação de possíveis incompatibilidades;
 - *layers* padrão: podendo combinar as diversas camadas, facilitam a análise do desenho como um todo ou por partes, assim como analisar um projeto e outros complementares a ele e verificar interferências;
 - cotas: adoção padrão de cotagem pode facilitar a leitura dos projetos pelos diversos usuários, além de facilitar a compatibilização entre as diversas disciplinas do projeto executivo. Comumente são utilizadas formas de cotagem diferentes nos diversos projetos, exemplo arquitetura cotada pelas paredes, enquanto engenharia (ou complementares) pelos eixos estruturais. A adoção de cotas pelos eixos desde a arquitetura pode facilitar além da coordenação e compatibilização dos projetos, a construção da edificação projetada.
- legendas e quadro de áreas: pode facilitar a comunicação dos diversos projetos e projetistas, assim como facilita o entendimento do mestre-de-obras e operários da construção que já estarão habituados a um padrão único de representação;
- detalhamento do projeto: facilita a comunicação e a execução, podendo tornar a obra mais rápida pela repetitividade das ações.

5.5 PROJETOS EXECUTADOS

As empresas foram questionadas a respeito dos projetos que executam, quais os projetos geralmente contratados, qual o nível de detalhamento atingido, disciplinas de projeto que fazem parte dos projetos executivos

da empresa, tempo de execução e compatibilidade com a quantidade de profissionais da empresa.

Todas as empresas trabalham com vários níveis de projeto arquitetônico, passando pelo nível básico para apresentação em órgãos municipais para aprovação, trabalhando com detalhamento para obra (detalhes de gesso, fachada, paginação, assentamentos de bancadas), e apresentações elaboradas para *marketing* do empreendimento (humanização de planta baixa, fachada, detalhes de interior).

As empresas trabalham apenas com elaboração de projetos para atender a própria empresa, não se envolvendo com projetos que não serão por elas executados. Para execução das obras, todas as empresas trabalham com projetos de arquitetura, fundação, estrutura, todas as instalações (elétrica, hidráulica, sanitária, incêndio, proteção contra descargas atmosféricas) e paisagismo quando necessário. Além disso, a empresa C contrata terceiros para elaboração dos projetos dos edifícios que serão construídos pela empresa.

Ao serem questionadas sobre tempo de elaboração dos projetos e número de profissionais para elaboração deles, apenas a Empresa A respondeu não conseguir cumprir os prazos de projetos em função da pouca quantidade de projetistas. A empresa está passando por um processo de capacitação dos profissionais visando a uma maior e melhor produtividade em todos os setores. Junto a isso, estuda a viabilidade de contratação de estagiários, assim como substituição e contratação de projetistas, confrontada a idéia com uso de profissionais terceirizados.

5.6 RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA

Os profissionais das empresas foram questionados sobre o que entendem por construção racionalizada, se empregam algum método em projeto

visando a racionalização, desde quando empregam e quais benefícios obtidos a partir da adoção do processo.

O entrevistado da Empresa A entende que racionalização é adoção de critérios de controle (dados de entrada, análise crítica, validação, controle de alterações), uso de cronogramas de execução, registro em atas, controle de todos os projetos em desenvolvimento. Esses procedimentos, adotados desde 2009, têm ajudado na agilidade de execução, controle de alterações, maturidade do processo de projeto, facilidade no rastreamento, prevenção de erros no projeto e na execução.

O entrevistado da Empresa B entende por construção racionalizada aquela que melhor aproveita os recursos, possui baixo impacto ambiental, visa melhor qualidade na construção da obra e padronização de procedimentos construtivos. Desde a criação da empresa, vem sendo adotada a padronização dos elementos construtivos (vigas, formas, armaduras, esquadrias) visando a otimizar a utilização de máquinas e mão-de-obra. Ainda, segundo a empresa, é possível conseguir com esses procedimentos a melhoria na qualidade da obra, diminuição de desperdícios e redução do tempo de execução das obras.

Para o entrevistado da Empresa C, construção racionalizada é a adoção de padronização na construção e cita, como exemplos, a padronização de vãos de vigas e lajes fazendo-as compatíveis com as dimensões dos materiais utilizados para executá-las, madeirites, lajotas, a fim de evitar arestas, quinas e cortes nos materiais. Desde a criação da empresa, é solicitado aos projetistas que considerem a racionalização do projeto, como por exemplo, a racionalização das prumadas hidráulicas e, para isso, sempre é necessária a comunicação entre todos os projetistas e os engenheiros da empresa.

Pelo exposto pelos entrevistados, na Tabela 3 resume-se o que consideram racionalização construtiva.

Tabela 3 - O que os entrevistados nas empresas consideram como racionalização construtiva

EMPRESA	DESCRIÇÃO
A	Gerenciamento do processo
B	Adoção de padronização de elementos construtivos e otimização de recursos
C	

Existe uma discordância entre as empresas do que seria racionalização construtiva. A Empresa A entende basicamente como gerenciamento do processo, enquanto as demais empresas como adoção de padronizações dos elementos construtivos e otimização dos recursos materiais e humanos na obra.

Tomando por base a racionalização como otimização dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, todas as empresas estudadas adotam, em parte, a racionalização da construção, contudo ainda podem melhorar com adoção de outros procedimentos que visam à racionalização das construções. A empresa A pode adotar recursos já adotados pelas Empresas B e C, enquanto estas podem adotar os recursos adotados pela Empresa A. Assim todas as empresas passam a ter um processo ainda mais racionalizado de projeto, aperfeiçoando ainda mais os resultados obtidos em obras.

5.7 COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO

Neste tópico os profissionais entrevistados foram questionados a respeito do que entendem e como praticam as atividades de coordenação e compatibilização dos projetos desenvolvidos por elas para a construção, e quais as dificuldades encontradas nessas atividades.

Sobre coordenação de projetos, o entrevistado A entende como sendo planejamento de tempo e conteúdo dos projetos. A atividade é exercida pela diretoria da empresa e pelo gerente de projetos. A empresa

encontra como dificuldade no processo de coordenação a garantia de prazos dos serviços terceirizados.

O entrevistado B entende como coordenação de projetos a compatibilização dos projetos a fim de diminuir as interferências entre eles. Essa atividade é exercida conjuntamente por todos os profissionais da empresa.

O entrevistado C entende coordenação como acompanhamento pelos engenheiros da empresa de todo o projeto, na forma de gerenciamento do todo e compatibilização dos projetos.

Sobre compatibilização de projetos, o profissional da Empresa A entende como sendo os ajustes que um projeto deve ter em relação aos demais projetos, de forma a evitar problemas de execução ou comprometimento de condições de segurança, estética e funcionalidade. A atividade é executada por um gerente de projetos. A empresa aponta como dificuldade o tempo para execução da compatibilização com base no fato da gerência de projetos ser responsável por todas as atividades de projeto que normalmente acontecem simultaneamente, tais como desenvolvimento do projeto arquitetônico, *marketing* e detalhamento para execução.

O entrevistado da Empresa B entende como compatibilização de projetos a análise das interferências entre os projetos das várias disciplinas. Para ela, a maior dificuldade encontrada é a compatibilização entre os espaços e a estrutura.

O profissional entrevistado da Empresa C entende que a compatibilização de projetos é a comunicação de todos os projetos de modo a evitar incompatibilidades entre eles. Para isso é necessário a comunicação entre os projetistas para ajustes nos projetos quando as interferências

aparecerem. Portanto a compatibilização é realizada pelos projetistas sob coordenação dos engenheiros da empresa.

A Tabela 4 resume o que os entrevistados das empresas entendem por coordenação e compatibilização de projetos executivos.

Tabela 4 - Coordenação e Compatibilização pelos entrevistados

EMPRESA	COORDENAÇÃO	COMPATIBILIZAÇÃO
A	Planejamento de tempo e conteúdo dos projetos	Ajustes de um projeto em relação a outros para evitar interferências entre eles
B	Compatibilização dos projetos	
C	Acompanhamento na forma de gerenciamento	

Sendo a coordenação de projetos um conjunto de ações de planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto, atividades essas exercidas por um coordenador de projetos, as Empresas A e C estão de acordo e com uma visão semelhante sobre tal processo, adotando-a para melhoria de seus projetos. A Empresa B, no entanto, confunde coordenação com compatibilização de projetos.

A compatibilização é um processo dinâmico onde as incompatibilidades são identificadas, analisadas e solucionadas possibilitando a melhoria da qualidade do processo de projeto. A compatibilização é função de todos os projetistas sob a coordenação do gerente de projetos. Ao contrário do que indica a Empresa A, a atividade deve ser exercida pelos projetistas e não pelo gerente de projetos, esse deve apenas coordenar todas as atividades de projetos e indicar as alterações e compatibilizações a serem efetuadas, enquanto os projetistas compatibilizam os seus projetos com os projetos dos demais projetistas, como é realizado nas demais empresas.

5.8 PROJETO E OBRA

Último item pesquisado junto às empresas, nele é questionado a relação entre o projeto elaborado e sua execução: quais projetos vão para a obra; quando vão para a obra; como vão para a obra; se ocorrem alterações de projetos durante a execução das obras; como essas alterações são processadas e se são repassadas ao projeto em construção e a projetos futuros; se a empresa elabora o projeto do “como construído”; quais projetos são elaborados “como construído”; como são arquivadas as informações de projeto e obra.

Apenas a Empresa C inicia suas obras após todos os projetos estarem concluídos, para evitar que aconteçam interferências entre os projetos em execução e os projetos em elaboração. A Empresa A, em alguns empreendimentos, iniciou a execução da obra com todos os projetos elaborados; a maior parte das obras são iniciadas com os projetos de arquitetura e fundação apenas. Durante a execução das obras são elaborados ou finalizados os demais projetos: estrutural, detalhamento arquitetônico, canteiro de obras, elétrico, hidráulico, incêndio, sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e paisagístico. A Empresa B sempre inicia suas obras com quase todos os projetos finalizados, faltando apenas o projeto de detalhamento arquitetônico.

A Empresa A, apesar de algumas vezes ter iniciado obras com projeto executivo completo, não sentiu diferença no tempo de execução devido ao que chamou de “apagão” de mão-de-obra. No entanto, sentiu diferença em termos de retrabalhos e compatibilização, pois interferências foram encontradas na fase de projeto e solucionadas. Nas demais empresas, como iniciam suas obras com projetos finalizados, não há diferenciação de tempo de execução ou de retrabalhos ou de compatibilizações em obra em função do nível do projeto executado.

Em todas as empresas foi mencionada a ocorrência de alterações de projetos durante a execução da obra. Segundo as Empresas A e B, as alterações ocorrem mais frequentemente nos projetos de arquitetura e instalações, devido a imposições da estrutura executada ou de alterações solicitadas por clientes. A Empresa C aponta a fundação como projeto mais frequentemente alterado, geralmente por dificuldades de execução desta no local especificado em projeto. Em função das alterações da fundação, os demais projetos são revistos. Também há alteração de projetos de arquitetura e os de engenharia em função das solicitações dos clientes. A empresa ainda comenta que já houve caso de alteração de um dos blocos de um edifício em construção, em função das exigências de mercado. Nesse caso, foi alterada toda a planta do bloco de apartamentos que ainda não havia sido construído, sendo para isso necessário considerar a fundação já executada junto ao primeiro bloco em construção. Em função da nova arquitetura (três quartos ao invés dos dois quartos iniciais), foram refeitos todos os demais projetos e, só depois de sua finalização, a construção desse bloco foi iniciada.

Todas as empresas elaboram o projeto *as built* de suas obras e fazem arquivamento em meio digital e impresso. Esse projeto do “como construído” serve para a elaboração do manual do proprietário, liberação do habite-se junto à Prefeitura e arquivamento na empresa.

A inicialização da obra com todos os projetos finalizados evita problemas de incompatibilização, geralmente percebidos pelas empresas A e B (incompatibilização entre estrutura construída e arquitetônico e instalações a construir). Já o citado pela empresa C, o caso da fundação, seria previsto e solucionado com sondagem do terreno. As alterações de projetos anteriores ao início da obra apresentam menores custos em relação às correções posteriores ao seu início, visto que inicialmente afeta apenas o trabalho dos projetistas, enquanto após a iniciação da obra afeta todas as etapas de produção. Desse modo, o projeto pode ser

também considerado uma ferramenta de previsão trazendo benefícios à obra, com minimização dos incidentes. Além do mais, pode ser realizada a compatibilização entre os projetos de todas as disciplinas, diminuindo as interferências entre eles.

O projeto do “como construído” tem grande importância para futuras modificações pelos proprietários de modo a evitar problemas com as instalações e estruturas. O *as built* também pode servir de referência para futuros projetos, pois nele podem-se consultar soluções adotadas durante a obra, tornando assim uma ferramenta de previsão para projetos futuros.

6 ■ CONCLUSÃO

Os estudos com as instituições públicas e privadas permitiram perceber a ausência de compatibilidade entre os projetos executivos de uma obra. Coordenadores nem sempre existem, e existe dificuldade de entendimento do que fazer em termos de coordenação e compatibilização, e de como fazê-los.

No caso da instituição pública estudada, a UFV, os projetos foram terceirizados, tornando a instituição um cliente. Uma equipe técnica da UFV trabalhou como equipe auxiliar a coordenação e compatibilização dos projetos estudados, funções essas que deveriam ser exercidas pela empresa projetista. Porém, apesar da intervenção da UFV, diversos problemas foram sendo detectados somente no momento de execução das obras, como mostrado nos casos apresentados.

Existem grande fragilidade e fragmentação no processo de elaboração dos projetos. Os projetos normalmente são elaborados por diversos profissionais diferentes, que não se preocupam com a busca de continuidade dos projetos, de forma a sanar as incompatibilidades construídas ao longo do processo. A utilização de *softwares* com plataforma BIM poderia ajudar a diminuir a fragilidade do processo, uma vez que estes facilitam o processo de compatibilização dos projetos em elaboração.

Falhas de projetos, muitas vezes são detectadas durante o processo de construção de edificações, gerando atrasos, interrupções e aumento de custos das obras. Isso foi facilmente identificado numa das obras estudadas, o CCH-II. A detecção de erros importantes durante a construção (montagem da estrutura de aço, erro de fundação, erro de contraventamentos) atrasou a execução, pois a construção teve de ser interrompida para revisão do projeto, gerando custos não previstos anteriormente. O mesmo também ocorre nas instituições privadas estudadas na cidade de Viçosa, em que muitas vezes, durante a construção são encontradas erros de compatibilidade.

Portanto, pode-se dizer que é fundamental a importância de um coordenador do processo de projeto executivo, pois um processo eficaz seria capaz de otimizar o uso de materiais e orientar as melhores soluções de integração dos sistemas construtivos utilizados, afim de evitar incompatibilidades entre eles. Também, o uso de *softwares*, tipo plataforma BIM, serve como ferramenta auxiliar a compatibilização, sendo instrumento de previsão e minimização de problemas. Assim, a coordenação e a compatibilização, quando bem exercidos, podem evitar erros de construção e perda de recursos por reconstruções de parte da obra, bem como reparação da obra finalizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESSE, Eliane; MELHADO, Silvio Burratino. **Coordenação de Projetos Externa em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Portes**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos, 2003.

BAÍA, Josaphat L. **Sistema de gestão da qualidade em empresas de projeto: aplicação ao caso das empresas de arquitetura**. USP, São Paulo, 1998.

BARROS, Mércia Maria Semensato Bottura de. **Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas no Processo de Produção de Edifícios – Proposição de um Plano de Ação**. USP, São Paulo, 1997.

BERTEZINI, Ana Luisa. **Métodos de avaliação de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Dissertação (Mestrado).

Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

CAMBIAGHI, Henrique; AMÁ, Roberto; CASTANHO, Miriam; WESTERMANN, Marcelo. **Diretrizes gerais para intercambialidade de projetos em CAD: integração entre projetistas, construtoras e clientes.** AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. São Paulo. Pini, 2002.

CARDOSO, Francisco Ferreira; SILVA, Fred Borges da; FABRÍCIO, Márcio Minto. **Os fornecedores de Serviços de Engenharia e Projetos e a Competitividade das Empresas de Construção de Edifícios.** São Paulo, 1998.

CARVALHO, Marly Monteiro; RABECHINI JR., Roque. **Construindo competências para gerenciar projetos: teoria & casos.** São Paulo: Atlas, 2006.

CERAGIOLI, Giorgio; CAVACLIÁ, G. Sviluppo nella tecnologia Del processi costruttivi in Itália. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Avanços em tecnologia e Gestão da Produção de Edificações, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1993.

DUARTE, Técia Maria Pereira; SALGADO, Mônica Santos. **O Projeto Executivo de Arquitetura como Ferramenta para o Controle da Qualidade na Obra.** Rio de Janeiro, 2002.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo na Construção de edifícios.** São Paulo, 2002. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FARAH, Marta. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** São Paulo, 1992. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo.

FARIA, Renato. Revista Técnica. **Construção integrada.** São Paulo: n.127, out. 2007. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/127/artigo64516-2.asp>>. Acesso em: 25 de julho de 2011.

FARIA, M. S. Implantação de tecnologia em empresa do setor habitacional. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Avanços em tecnologia e Gestão da Produção de Edificações, nov. 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1993, p. 315-320.

FRANCO, Luiz Sérgio; AGOPYAN, Vahan. **Implantação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto**. São Paulo, EPUSP, 1993. Boletim Técnico, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FRANCO, Luiz Sérgio. **Racionalização Construtiva, Inovação Tecnológica e Pesquisas**. In: Curso de Formação de Mutirão EPUSP, São Paulo, 1996.

FORMOSO, Carlos Torres; FRUET, Genoveva Maya. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos das empresas de construção civil de pequeno porte. In: II Seminário Qualidade na construção civil – gestão e tecnologia, 1993, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: NOIRE UFRGS, 1993.

GIACAGLIA, Marcelo Eduardo. **A organização da informação em sistemas CAD: análise crítica de esquemas existentes e propostas para o caso brasileiro**. São Paulo: Sinopses, 2001, v. 35, p. 70-74.

GRILO, Leonardo M.; PEÑA, Monserrat D.; SANTOS, Wiza; FILIPPI, Giancarlo; MELHADO, Silvio B. **Análise da Implementação dos Princípios da Qualidade em Empresas de Projeto**. São Paulo: EPUSP, 2000.

HELENE, Paulo R.; SOUZA, Roberto de. **Controle da qualidade na construção civil. Tecnologia das edificações**. São Paulo: PINI, 1988.

MANZIONE, Leonardo. **Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Gestão, Cooperação e Integração para um Novo Modelo voltado à Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Coordenação de Projetos de Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2006.

NOVAES, Celso Carlos. A Modernização do Setor da Construção de Edifícios e a Melhoria da Qualidade do Projeto. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Qualidade no processo construtivo,

1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998, v.1, p.169-176.

NOVAES, Celso Carlos. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios.** In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos. **Anais...** São Paulo: USP, 2001.

OLIVEIRA, Otávio José de. **Sistema de Qualidade na Indústria da Construção Civil.** São Paulo: PUC, 2000.

PERALTA, Antonio. Carlos. **Um modelo de processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

PICCHI, Flávio Augusto. **Sistemas da qualidade: Uso em empresas de construção.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 1993.

REIS, Palmyra. Farinazzo. **Análise dos Impactos da Implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade nos Processos de Produção de Pequenas e Médias Empresas.** São Paulo: USP, 1998.

RODRÍGUEZ, Marco Antônio Arancibia; HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann. Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: Simpósio Brasileiro de Gestão de Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente, 2º, 2001, Fortaleza (CE). **Artigo técnico.** Bristol, 2001, 12p.

RODRÍGUEZ, Marco Antônio Arancibia. **Coordenação Técnica de Projetos: Caracterização e Subsídios para sua Aplicação na Gestão do Processo de Projeto de Edificações.** Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

ROMANO, Fabiane V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** Teses (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

SABATTINI, Fernando H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** Tese (Doutorado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SANTOS, A.; POWELL, J.; FORMOSO, Carlos Torres. Transferência de "Know-How" no Ambiente da Construção Civil. In: Encontro Nacional do

Ambiente Construído – Qualidade no Processo Construtivo, abr. 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: USFC, 1998, VOL II, p.9-17.

TZORTZOPOULOS, Patrícia. FORMOSO, Carlos. Torres. **Gestão da qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte: relatório de pesquisa.** Porto Alegre: NOIRE UFRGS, 2001

APÊNDICE A – ROTEIRO ENTREVISTA

É apresentado o roteiro utilizado nas entrevistas semiestruturadas deste trabalho de pesquisa.

Empresa nº: _____ Data: __/__/____ Hora inicial: __:__ Hora final: __:__

Caracterização da empresa

Razão social da empresa

Cidade matriz da empresa

Tempo de existência da empresa

Nome do entrevistado

Telefone e e-mail do entrevistado

Função exercida na empresa

Quanto tempo está na empresa

Quantidade de empreendimentos em desenvolvimento de projeto no dia da entrevista:

Discriminação dos empreendimentos

Projetistas

Tipo, quantidade e formação dos projetistas existentes na empresa

Requisitos para escolha dos projetistas

Informações aos projetistas

Quais informações são encaminhadas aos projetistas de arquitetura e como essas informações são encaminhadas (verbal, ofício, email...)

Quais informações são encaminhadas aos demais projetistas e a forma de encaminhamento

Existe troca de informações entre os projetistas de arquitetura e os demais projetistas?

Existe registro das informações fornecidas aos projetistas e trocadas entre os projetistas? Como são realizados esses registros?

Relação projeto e execução

Os projetistas, de arquitetura e de engenharia, fazem acompanhamento das

obras?

Outros profissionais de arquitetura e engenharia fazem acompanhamento das obras?

Existe retro-alimentação de projetos em função das alterações necessárias em obras?

De que forma é executada a retro-alimentação dos projetos em execução?

Projetos executados

Existe alguma forma de padronização na representação/ apresentação dos projetos produzidos?

O que é considerado nessa padronização?

Há quanto tempo a empresa adotou este perfil de padronização?

Quais os benefícios observados a partir da padronização?

Projetos executivos

Na contratação de projeto de arquitetura, qual o nível de detalhamento contratado?

A empresa é contratada para elaboração de projetos? Quais projetos?

A empresa elabora projetos executivos? Quais disciplinas de projeto fazem parte desses projetos?

O número de profissionais e o tempo de elaboração dos projetos executivos têm sido compatíveis com o tempo contratado? Se não, o que poderia ser melhorado?

Racionalização da construção

O que a empresa entende por construção racionalizada?

A empresa emprega alguma técnica em projeto visando à construção

racionalizada? Que técnica é essa e como é realizada?

Há quanto tempo esses processos de racionalização da construção vêm sendo adotados pela empresa?

Quais os benefícios observados pela empresa desde a adoção da construção racionalizada?

Coordenação e compatibilização

O que a empresa entende por coordenação de projetos?

O que a empresa entende por compatibilização de projetos?

Quem realiza as atividades de coordenação e de compatibilização dos projetos?

Quais as dificuldades encontradas no processo de coordenação e no processo de compatibilização?

Projeto e Obra

A obra é iniciada antes de todos os projetos estarem finalizados?

Em qual etapa (projetos) se inicia a execução da obra?

Quais os projetos elaborados durante a execução da obra?

A empresa já executou alguma obra somente após todos os projetos estarem concluídos?

Houve diferença no tempo de execução das obras com projetos finalizados e projetos não finalizados?

Houve diferença em termos de retrabalho das obras com projetos finalizados e projetos não finalizados? Geralmente onde há mais retrabalhos?

Se o projeto vai para obra antes do seu término, quem toma as decisões faltantes no projeto?

Há alterações de projetos durante a obra?

Quais projetos geralmente sofrem mais alterações? (arquitetura, estrutura, instalações...) E por quais motivos?

Após (ou durante) a obra, o projeto é corrigido em função dos imprevistos ocorrido nas obras? Quem faz a correção do projeto? Como é feito?

São elaborados projetos da obra construída? São elaborados os projetos de como construído de todas as disciplinas? Como são armazenados esses projetos?

ANEXO A – RELATÓRIO TÉCNICO

É apresentado um dos relatórios produzidos pela equipe técnica da UFV que recebeu e analisou os projetos executivos recebidos.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Pró-Reitoria de Administração

Campus Universitário, s/n

36570-000 - VIÇOSA - MG - BRASIL

Tel: (+55) 31 3899-2195 / 2178 – Fax: (+55) 31 3899-2178 E-mail: pad@ufv.br

Avaliação de projeto

Data	23/09/2010	Local	DEC/UFV
Avaliador(es)	Prof. José Luiz Rangel Paes Eliane Gomes da Silveira Maila A. Pereira da Silva Giuliana de Angelo Ferrari	Engenheiro Civil Engenheira Civil Engenheira Civil Engenheira Civil	DEC/UFV DEC/UFV DEC/UFV DEC/UFV

Referência	Edifício do Laboratório das Engenharías - REUNI / UFV
Projeto	Fundações e Estrutura Metálica
Etapa	Projeto executivo
Documentos de referência	Plantas de formas da fundação – apresentada pelo DEC em 16/04/2010 Plano das bases da estrutura metálica – apresentada pela C&P em 24/03/2010 Detalhe das bases da estrutura metálica – apresentada pela C&P em 24/03/2010 Comparativo da topografia em projeto das bases – apresentada por Comini em 17/09/2010

Comentários

Foram detectadas algumas incompatibilidades nas posições dos chumbadores na fundação do edifício Laboratório das Engenharías. Dessa forma, foram confrontados os projetos de fundações e estrutura metálica, de modo a identificar possíveis incompatibilidades de projeto. Esses mesmos projetos também foram confrontados com as medições topográficas fornecidas pela empresa executora da estrutura metálica. Dentre as observações realizadas cita-se:

→ A partir da sobreposição dos desenhos de locação das bases da estrutura metálica e planta de formas da fundação é possível observar que todos os eixos de modulação se sobrepõem exatamente. Foi identificado que o eixo denominado como 15.1 no desenho da planta de formas da fundação está erroneamente identificado como eixo 15 no desenho da locação das bases na estrutura metálica. Tal fato foi comunicado ao responsável pelo projeto em 30/03/2010, porém nenhuma revisão foi emitida com a devida correção. Por outro lado, isso não modifica ou cria maiores interferências na posição de blocos de fundação ou de bases da estrutura metálica.

→ Após a sobreposição dos desenhos de locação das bases da estrutura metálica, planta de formas da fundação e das medições topográficas das bases ficou evidente que não há problemas de incompatibilidade dos projetos apresentados, mas uma incorreção na locação dos chumbadores em relação aos eixos durante a execução.

→ Observou-se que os desvios nas posições dos chumbadores não são sistemáticos.