



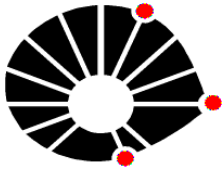
**UNICAMP**

**JOÃO CARLOS ROCHA BRAZ**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS  
ESTRUTURAIS PARA TORRES RESIDENCIAIS DE  
OITO PAVIMENTOS**

**CAMPINAS  
2014**





**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**JOÃO CARLOS ROCHA BRAZ**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS  
ESTRUTURAIS PARA TORRES RESIDENCIAIS DE  
OITO PAVIMENTOS**

**Orientador: Prof. Dr. Vladimir Antônio Paulon**

Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, na área de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE

DEFENDIDA PELO ALUNO JOÃO CARLOS ROCHA BRAZ

E ORIENTADA PELO PROF. DR. VLADIMIR ANTONIO PAULON

Assinatura do Orientador

---

**CAMPINAS**

**2014**

iii

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

B739a Braz, João Carlos Rocha, 1962-  
Avaliação técnica e econômica de sistemas estruturais para torres residenciais de oito pavimentos / João Carlos Rocha Braz. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Vladimir Antônio Paulon.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Custos. 2. Edifícios - Construção. 3. Edifícios - Estruturas. 4. Estudo de casos. I. Paulon, Vladimir Antônio, 1938-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Technical and economic evaluation of structural systems to eight floors residential buildings

**Palavras-chave em inglês:**

Costs

Buildings - Construction

Buildings - Structures

Case study

**Área de concentração:** Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais

**Titulação:** Doutor em Engenharia Civil

**Banca examinadora:**

Vladimir Antônio Paulon [Orientador]

André Munhoz de Argollo Ferrão

José Gilberto Dalfré Filho

Ana Elisabete Paganelli Guimarães de Ávila Jacintho

André Luiz Bortolacci Geyer

**Data de defesa:** 02-10-2014

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia Civil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

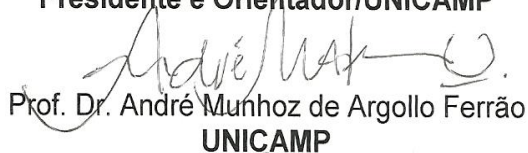
**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS  
ESTRUTURAIS PARA TORRES RESIDENCIAIS DE OITO  
PAVIMENTOS**

**João Carlos Rocha Braz**

**Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**



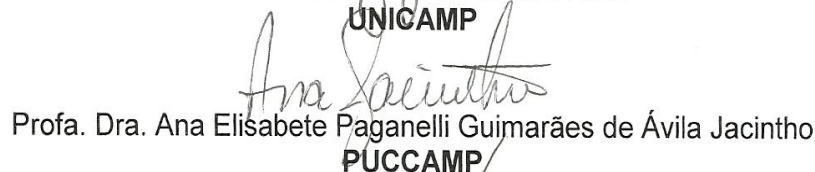
Prof. Dr. Vladimir Antônio Paulon  
**Presidente e Orientador/UNICAMP**



Prof. Dr. André Munhoz de Argollo Ferrão  
**UNICAMP**



Prof. Dr. José Gilberto Dalfré Filho  
**UNICAMP**



Profa. Dra. Ana Elisabete Paganelli Guimarães de Ávila Jacintho  
**PUCAMP**



Prof. Dr. André Luiz Bortolacci Geyer  
**UFG**

Campinas, 02 de outubro de 2014.



## RESUMO

### **BRAZ, João Carlos Rocha. AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS ESTRUTURAIS PARA TORRES RESIDENCIAIS DE OITO PAVIMENTOS.**

Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2014. 201p. Tese (Doutorado).

A partir da observação dos sistemas estruturais utilizados no Brasil, a demanda por mão de obra especializada, o consumo de recursos naturais para fabricação de materiais e, em decorrência disso, os impactos nos custos finais da implantação de empreendimentos imobiliários, constatou-se a necessidade e a viabilidade do desenvolvimento de uma pesquisa onde se pudessem levantar dados de situações existentes, avaliando os sistemas estruturais economicamente e os seus impactos ambientais, apresentando sistemas estruturais inovadores e, ao final, estabelecendo parâmetros de custos de implantação desses sistemas, indicando caminhos para se modificar métodos tradicionais.

Esta pesquisa comprova que há formas diversas de se construir otimizando o consumo de materiais e mão de obra, visando reduzir os impactos nos recursos naturais ocorridos na extração da matéria prima, e resultando em empreendimentos com menores custos de implantação. Para a realização do trabalho utilizou-se estudo de caso de edifício residencial de oito pavimentos, projetado com três sistemas estruturais diferentes: alvenaria estrutural, estrutura em concreto armado convencional e estrutura com paredes em concreto. Para as três opções foram verificados os custos diretos e indiretos, analisando-se variações em número de torres e tempo de execução de obra, traçando-se comparativos importantes para a tomada de decisão quanto à melhor tipologia dentre as opções estudadas. Este trabalho constatou nítidas vantagens econômicas do sistema de paredes em concreto em relação aos outros dois sistemas avaliados.

**PALAVRAS CHAVE:** Custos; Edifícios - Construção; Edifícios - Estruturas; Estudo de casos.





## **ABSTRACT**

**BRAZ, João Carlos Rocha. TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF STRUCTURAL SYSTEMS TO EIGHT FLOORS RESIDENTIAL BUILDINGS.** Campinas: School of Civil Engineering, Architecture and Urbanism. University of Campinas, 2014. 201p. Thesis.

Observing the usual structural systems in Brazil, the demand for skilled labor, the consumption of natural resources for the production of materials and the impact on the final costs of implementing real estate projects, developing a survey for obtaining data to assess economic feasibility and diminish environmental impacts in innovative building system is needed. To establish costs parameters and, then, modify the traditional methods are also desirable.

This research aims on the determination of results show that there are several ways of optimizing the consumption of building materials and labor, reducing the impacts on natural resources, and resulting in projects with lower deployment costs. For that, we used an eight floors residential building as a case study, designed with three different structural systems: structural masonry, reinforced concrete structure, and concrete walls. We checked the direct and indirect costs, analyzed variations in the number of towers and time construction for all the options to make decisions about the best construction system to adopt. Clear economic advantages of the system in concrete walls than the two other systems evaluated were found and reported.

**KEYWORDS:** Costs; Buildings - Construction; Buildings - Structures; Case Study.



# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1.JUSTIFICATIVA.....	2
1.2.OBJETIVOS.....	2
1.2.1.Objetivo geral .....	2
1.2.2.Objetivos específicos .....	3
1.3.ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	3
<b>CAPÍTULO 2: ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES.....</b>	<b>5</b>
2.1. PREOCUPAÇÕES DO SETOR DE PROJETOS.....	5
2.2.A IMPORTÂNCIA DA FASE DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	7
2.3.O DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO.....	9
2.3.1.Informatização de Projetos.....	11
2.3.2.Projeto Simultâneo .....	12
2.4.O PAPEL DO COORDENADOR DE PROJETOS .....	14
2.5.PROJETOS DE PRODUÇÃO, ACOMPANHAMENTO DE OBRA PELO PROJETISTA E DESENHOS “AS BUILT” .....	16
2.6.MELHORIAS EM QUALIDADE DE PROJETOS .....	18
2.7. GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	28
2.8.CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO .....	31
<b>CAPÍTULO 3: OS SISTEMAS ESTRUTURAIS .....</b>	<b>35</b>
3.1.O PAPEL DAS ESTRUTURAS.....	35
3.1.1.Conceito de Estrutura .....	36
3.1.2.Estruturas para Edificações .....	39
3.2.TIPOS DE SISTEMAS ESTRUTURAIS E SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DO TEMPO.....	42

3.2.1.Estruturas Autoportantes .....	42
3.2.2.Estruturas em Pórticos.....	47
3.3.MUDANÇAS NO CENÁRIO DA ENGENHARIA ESTRUTURAL .....	50
3.3.1.A escassez de recursos naturais .....	50
3.3.2.O esgotamento da oferta de mão de obra.....	52
3.3.3.Elaboração de orçamentos e controle de custos na construção civil .....	55
3.3.4.Otimização do tempo e redução de custos e despesas indiretas .....	63
3.4.TENDÊNCIAS PARA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS ESTRUTURAIS.....	66
3.4.1.Elementos pré-fabricados.....	66
3.4.2.Elementos moldados em canteiro de obra .....	69
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>75</b>
4.1.DESCRICÃO DA FORMA DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	75
4.2.CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DA PESQUISA .....	78
4.2.1.APRESENTAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	78
4.2.2.APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS.....	81
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....</b>	<b>85</b>
5.1. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA UMA TORRE .....	88
5.1.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural.....	88
5.1.2. Edifício no Sistema Concreto Armado Convencional .....	91
5.1.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto .....	94
5.2. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA QUATRO TORRES .....	97
5.2.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural.....	97
5.2.2. Edifício no Sistema Concreto Armado Convencional .....	100
5.2.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto .....	103
5.3. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA OITO TORRES.....	106

5.3.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural.....	106
5.3.2. Edifício no Sistema Concreto Armado Convencional.....	109
5.3.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto .....	112
5.4. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA DOZE TORRES .....	115
5.4.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural.....	115
5.4.2. Edifício no Sistema Concreto Armado Convencional.....	118
5.4.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto .....	121
<b>CAPÍTULO 6: ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>125</b>
6.1. SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	125
6.2. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL .....	130
6.3 ANÁLISES COMPLEMENTARES.....	130
<b>CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>139</b>



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família, meu porto seguro e razão maior de minha existência. À esposa Silvia e aos filhos Vitória, Sofia e Henrique.





## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram, direta ou indiretamente, com ações ou simplesmente palavras de apoio. Mas, em especial, às pessoas que estiveram ao meu lado ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Doutor Vladimir Antônio Paulon, por ter acreditado na ideia desta tese e por me apoiar em todos os momentos. Sua orientação conferiu ao trabalho um elevado e inestimável grau de qualificação, não mais importante do que ter a honra de sua amizade ao longo dessa jornada.

Ao colega, amigo, companheiro, e grande incentivador, Professor Doutor Aparecido Fujimoto, que teve participação fundamental neste resultado, demonstrando sempre, desde o início, sua preocupação com o andamento do trabalho, e transmitindo energias positivas para que tudo fluísse da melhor forma.

À Professora Doutora Maria Amélia Ferreira Devitte D’Azevedo Leite (“Mel”), colega e amiga, com quem tenho a honra de trabalhar há anos como docente, minha enorme gratidão pelas palavras de incentivo, não permitindo que me esquecesse desta tarefa.

À Professora Doutora Nádia Cazarim da Silva Forti, com quem também compartilho a grata experiência de trabalhar como docente, meus sinceros agradecimentos pelo incentivo, sobretudo na fase final do trabalho.

Ao Professor Doutor Marco Antônio Campos, brilhante ex-aluno de graduação, um especial agradecimento pelo companheirismo e pelas demonstrações de apoio que foram imprescindíveis.

À Área de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais da Unicamp, na pessoa do Professor Doutor José Gilberto Dalfré Filho, pelo acolhimento como aluno no Programa de Pós Graduação e pela atenção e cortesia com que sempre fui tratado em minhas solicitações e encaminhamentos. Agradeço também pelas importantes orientações e sugestões no Exame de Qualificação desta Tese.

Ao Professor Doutor André Munhoz de Argollo Ferrão, meu orientador de Mestrado e componente desta banca examinadora, meus sinceros agradecimentos pela amizade e pelas valiosas colaborações.

À Professora Doutora Ana Elisabete Paganelli Guimarães de Avila Jacintho e ao Professor Doutor André Luiz Bortolacci Geyer por terem gentilmente aceito o convite para participação na banca examinadora e pelas importantes contribuições.

A todos os colaboradores da Secretaria de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, na pessoa do Sr. Eduardo Estevam da Silva, pela atenção e presteza a mim dispensados em todos os questionamentos e encaminhamentos.

Aos colegas, professores da Puc Campinas, por todas as manifestações de apoio.

Aos colaboradores externos que de alguma forma contribuíram com subsídios e informações, em especial ao amigo, Engenheiro Rômulo Cesar Jorge, da JBS Engenharia e Serviços e a toda a equipe de colaboradores da empresa, pela atenção dispensada.

Ao amigo, Professor Doutor Marco Antônio Carnio, engenheiro de estruturas, pela ajuda no processamento e verificações estruturais dos elementos objetos da pesquisa.

A todos os familiares e amigos, indistintamente, que acreditaram e me incentivaram para que eu não desistisse e chegasse até o fim.

De forma muito especial, aos meus pais, Adelino e Maria, pelas orações que certamente transmitiram muita energia para eu continuar e não desistir.

Por último, mas de forma não menos importante, quero deixar meus maiores agradecimentos a quem dedico esta Tese, minha família. Eles, que se empolgavam à medida em que percebiam que meu antigo sonho logo poderia se tornar realidade, foram decisivos para que eu renovasse, dia após dia, minhas forças para continuar.

Aos meus três filhos, Vitória, Sofia e Henrique, estudantes de graduação e que já trilham o caminho da pesquisa científica, meu muito obrigado pelo auxílio nas revisões de texto e pela alegria contagiante nas discussões, críticas e sugestões. Realizar um

trabalho deste porte não é nada fácil, mas ao ver o exemplo de vocês em sua luta diária para vencer seus desafios, minhas forças se renovaram. Desenvolver este trabalho com a ajuda e apoio de vocês ficou muito mais suave. Meus queridos filhos: nunca desistam de seus sonhos!

De forma muito especial, agradeço minha amada esposa Silvia, que em todos os momentos me incentivou e compreendeu minhas limitações e dificuldades em conciliar as atividades profissionais de engenheiro, professor, aluno de pós graduação, esposo e pai, e sempre pediu que não desistisse desse desafio. Seu incentivo foi fundamental e decisivo para que este momento se tornasse realidade.

A todos os meus amigos e familiares, deixo aqui minha gratidão e meus sinceros desejos de que todos vocês lutem sempre por seus sonhos, nunca desistam de acreditar em sua capacidade e seu potencial para realizar grandes projetos e atingir seus objetivos.



## **CAPITULO 1: INTRODUÇÃO**

Construir é um ato tão antigo quanto a história da humanidade. Construir com boas técnicas a custos aceitáveis sempre foi objetivo almejado por aqueles que trabalham nessa área repleta de desafios e de constantes descobertas. “Resistência”, “durabilidade”, “estabilidade”, são termos usuais para os técnicos que atuam em projetos e execução de obras, assim como os especialistas em orçamentos usam diariamente expressões como “custos diretos e indiretos”, “viabilidade econômica”, “prazos”, “cronograma físico-financeiro” e outros.

Considerando-se que uma obra precisa atender satisfatoriamente a todos os requisitos decorrentes dos termos apresentados, percebe-se que o simples e milenar ato de construir torna-se uma atividade mais complexa do que pode parecer, em função da atual escassez de recursos naturais e mão de obra. Em determinados casos, sobretudo nos países subdesenvolvidos ou “em desenvolvimento”, a disponibilidade de imóveis não atende à demanda pois há desequilíbrios entre as taxas de crescimento demográfico e a oferta desses produtos.

Com essas colocações, inicia-se o presente trabalho acadêmico que procura mostrar de maneira simples alguns detalhes dos cenários descritos, apresentando a evolução dos sistemas estruturais ao longo do tempo, as dificuldades encontradas para a conciliação de conflitos e resolução de problemas, tendo como foco principal a pesquisa em torno de sistemas estruturais usuais para edifícios de oito pavimentos, a forma de elaboração de projetos, a obtenção de parâmetros de custos e as comparações pertinentes e decorrentes das investigações propostas.

São apresentados três tipos de estruturas para a mesma planta arquitetônica: alvenaria estrutural, concreto armado convencional e paredes em concreto moldadas no local. O caráter inovador da pesquisa está na verificação

dos custos para edifícios com a tipologia “residencial de 8 pavimentos” projetado com paredes em concreto, considerando que no Brasil a norma de projeto para edifícios com esse sistema estrutural (ABNT NBR 16055:2012) ainda é recente. Antes da homologação da referida norma, em 2012, os projetos eram elaborados segundo orientações do SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, do Ministério das Cidades (BRASIL, 2012) para edificações com até cinco pavimentos. Referências de normas internacionais sobre o assunto eram encontradas na EUROCODE (1992), BRITISH STANDARDS (1997), ou AUSTRALIAN STANDARD (2001).

## **1.1.JUSTIFICATIVA**

Justifica-se a elaboração do presente trabalho de pesquisa pelo argumento de que é necessário que se construa com boas técnicas, a preços acessíveis e em prazos curtos, gerando o menor consumo possível de recursos naturais e a menor quantidade possível de resíduos. Dessa forma, o presente trabalho alinha-se com os objetivos da Área de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais, considerando-se que irá contribuir informando sobre as boas técnicas, economia de recursos naturais e sistemas construtivos com baixa geração de resíduos.

## **1.2.OBJETIVOS**

### **1.2.1.Objetivo geral**

Apresentar os sistemas estruturais usuais para edifícios residenciais e realizar, por meio de estudo de caso, a determinação de custos diretos para construção desses edifícios, simulando situações de variação de tempo e repetição de unidades, o que proporcionará o conhecimento e a determinação de custos indiretos para cada caso. Verificar por meio dos sistemas estruturais apresentados e das simulações criadas, as reduções de tempo de obra e de consumo de recursos naturais.

### **1.2.2.Objetivos específicos**

- Realizar uma revisão conceitual sobre sistemas estruturais, apresentando um histórico da evolução desses sistemas ao longo do tempo;

- Apresentar as mudanças mais recentes no cenário da engenharia estrutural e o surgimento de sistemas estruturais inovadores, em decorrência da escassez de recursos naturais, mão de obra e capital para investimento; indicar as tendências para sistemas estruturais visando reduzir custos e prazos;

- Com base no estudo de caso proposto e avaliando os resultados encontrados, estabelecer parâmetros de custos diretos para edifícios residenciais de oito pavimentos; realizar simulações de tempo de duração de obra e repetição de unidades (torres) para obter índices de custos indiretos e conseqüentemente custos totais;

- Apresentar o sistema de paredes em concreto moldadas no canteiro de obras para 8 pavimentos, estabelecendo igualmente as planilhas de custos visando comparar este sistema com os descritos anteriormente;

### **1.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO**

O presente trabalho foi desenvolvido de forma a seguir uma sequência onde, inicialmente, no *capítulo “2”*, realiza-se revisão bibliográfica, mostrando a importância da fase de projetos para o sucesso de um empreendimento e a considerável influência dessa fase na redução de custos com materiais e mão de obra. Desenvolve de forma sequencial a contextualização sobre a informatização de projetos, realização de projetos simultâneos, valorização do papel do coordenador de projetos. Define os projetos de produção e “as built”, além de ressaltar a importância do acompanhamento de fases importantes da obra por parte do projetista. Ao final do capítulo são mostrados alguns princípios utilizados para melhoria da qualidade em escritórios de projetos, sua importância e as vantagens de se implantar tais melhorias.

O *capítulo “3”*, ainda como revisão bibliográfica, inicia contextualizando estruturas, indicando as relações entre as estruturas naturais e aquelas construídas pelo homem, promovendo de forma ilustrativa a citação das primeiras estruturas e a evolução do desenvolvimento dessas tecnologias em cada época e contando com cada material disponível. Num segundo momento esse capítulo trata da definição e diferenciação entre “estruturas autoportantes” e “aporticadas”, também levando em conta os materiais apropriados para cada sistema. Em seguida são colocadas as mudanças recentes no cenário da engenharia estrutural, focando as questões de escassez de mão de obra e recursos naturais, o que gera quase que automaticamente a necessidade de se pensar em otimização de tempo de obra e redução de consumo de materiais. Indica, ainda, o capítulo em questão, as tendências para sistemas estruturais conforme o que se constata no dia-a-dia na área de projetos e construções.

Na sequência do trabalho, o *capítulo “4”* adentra especificamente no campo da metodologia desta pesquisa, trazendo em textos e desenhos os objetos de pesquisa, ou seja, o projeto arquitetônico de um edifício residencial de oito pavimentos, que será avaliado nos mais diversos aspectos desde os parâmetros utilizados para criação das plantas básicas arquitetônicas até os critérios para desenvolvimento dos projetos complementares e a quantificação de itens para orçamentos.

O *capítulo “5”* traz os resultados, com as planilhas sintéticas para cada opção estrutural, além dos parâmetros utilizados para se chegar aos valores apresentados.

No *capítulo “6”* são realizadas as análises dos resultados e no *capítulo “7”*, as conclusões finais do trabalho. Nos Anexos, apresenta-se as peças gráficas dos projetos elaborados, bem como as planilhas orçamentárias detalhadas, além de um demonstrativo das variações consideradas para se fazer a simulação dos tempos de obra.



## **CAPÍTULO 2: ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES**

Este capítulo contém uma Revisão Bibliográfica sobre as formas de desenvolvimento de projetos para construção civil, abordando aspectos que enfatizam a importância dessa fase no sucesso dos empreendimentos. Posteriormente, apresenta as maneiras de implementação de melhorias em qualidade em escritórios de projetos no Brasil. Para melhor visualização do problema, buscou-se material bibliográfico sobre o assunto, tratando dos mais diversos aspectos do projeto entendido como parte integrante do processo de produção na cadeia da construção.

A partir do levantamento bibliográfico, da coleta de dados de pesquisa e de estudos de caso sobre o tema, faz-se uma análise sobre a realidade atual, as necessidades prementes, os modelos de sistemas de melhorias da qualidade em uso e as tendências para novas pesquisas bem como outros enfoques para o assunto.

### **2.1. PREOCUPAÇÕES DO SETOR DE PROJETOS**

Diversos trabalhos acadêmicos e técnicos, tanto aqueles pesquisados em acervos de bibliotecas quanto aqueles publicados em revistas eletrônicas na área técnica da construção, abordam e explicitam de forma insistente a importância da qualidade na condução dos trabalhos ao longo do processo de projeto e construção.

Um trabalho publicado na REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO (2005) que trata da preocupação de profissionais do setor de contenções quanto à qualidade dos projetos e serviços, enfatiza a grande preocupação com o assunto, afirmando que “... Reduzir custos ao máximo é imperativo para o setor. A escolha de uma contenção em função do custo, porém, pode acarretar queda de qualidade e segurança...”, e continua, alertando sobre a importância de um projeto bem elaborado para se atingir os objetivos com qualidade e segurança.

Em matéria da REVISTA TÉCHNE (2005), diversos profissionais da área de construção, entre eles o Professor Fernando Henrique Sabbatini, demonstram sua preocupação acerca da qualidade em projeto e execução de edifícios, trazendo estudos de casos de edifícios recém concluídos apresentando importantes fissuras em alvenaria, decorrentes de deformações excessivas nas estruturas em concreto armado. O mesmo artigo cita um comentário do engenheiro Nelson Gomes, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, afirmando sua posição contrária à apologia dos grandes vãos e poucos pilares, e opinando sobre a necessidade de um anexo à norma ABNT NBR-6118/2003 referindo-se às deformações dos diferentes concretos atuais. A citada Norma foi revisada, neste ano de 2014, trazendo inovações principalmente em aspectos que contemplam a maior durabilidade dos concretos.

O setor de projetos para construção civil, abrangendo desde os estudos preliminares de arquitetura até a elaboração de projetos executivos e, em alguns casos, os projetos de produção, desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade do produto final, uma vez que trabalha com a concepção desse produto, inserindo informações fundamentais ao bom desempenho da edificação.

Esse setor, de fundamental importância na cadeia produtiva da construção civil, porém, trabalha muitas vezes desconexa em relação ao todo. Tradicionalmente formadas com base no talento e habilidades de seus fundadores, as empresas de projetos muitas vezes desempenham suas atividades focadas no seu próprio produto – o projeto -, em detrimento dos processos de gestão e gerenciamento de todo o processo construtivo (SILVA; SOUZA, 2003). Em função dessa característica centralizadora na formação dos escritórios de projetos, há certa dificuldade em se alterar métodos e procedimentos de trabalho que visem melhorias na qualidade desses serviços e do processo construtivo como um todo.

Este capítulo traz levantamento da situação, abordando diversos aspectos relativos ao assunto como coordenação de projetos, projeto simultâneo, projeto de produção, acompanhamento da obra pelos projetistas, trabalhos de “as built” e retroalimentação do processo através da avaliação pós-ocupação. A maioria desses

tópicos é abordada pelos autores pesquisados e, parece haver consenso de que contribuem para obtenção de melhorias na qualidade do produto final.

Num segundo momento, a revisão bibliográfica busca apresentar o que está sendo utilizado para se implantar alguma melhoria nos escritórios de projetos (não necessariamente através de certificações por normas da série ISO 9000, embora essa forma de implementação de melhorias seja também abordada), e apresenta considerações sobre a aplicabilidade desses sistemas de gestão da qualidade em sub setores de projetos.

## **2.2.A IMPORTÂNCIA DA FASE DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

A partir do final da década de 1980, o setor da construção civil passou a entender os conceitos de qualidade com maior clareza. Havia até então uma cultura usual de se promover construções de edifícios residenciais utilizando o chamado sistema de “preço de custo”, onde a empresa construtora era remunerada à base de um percentual sobre o custo da obra. Tal sistema provocava distorções nos valores reais dos produtos – edificações -, e não trazia qualquer incentivo de promoção, por parte dos construtores, de processos para racionalização de métodos construtivos e de projeto.

Paralelamente a esse cenário, a engenharia dos materiais se desenvolvia com base em normas editadas pela ABNT e outros organismos internacionais, balizando seus experimentos em padrões mais ou menos rigorosos, conforme o objetivo e utilização de um dado material. Para exemplificar, pode-se citar a evolução dos materiais “concreto armado” e “aço”, cuja tecnologia nacional é reconhecida em outros países, com imagem alavancada através de inúmeras obras de construção civil brasileira e que servem de referência como as construções em Brasília, a Usina Hidrelétrica de Itaipu, a Ponte Rio Niterói e tantas outras. Essas e outras obras foram construídas com os sistemas de gestão da qualidade existentes à época, mas principalmente sistemas voltados à ciência dos materiais e não à gestão dos custos.

No início da década de 1990, com a edição do Código de Defesa do Consumidor, vários setores, inclusive o da construção civil, viram-se pressionados a implementar sistemas de qualidade na fabricação de seus produtos. NOVAES (1997) relata essa fase

e atribui ao Código um elevado grau de importância no redirecionamento de políticas de qualidade e custos de muitas empresas de construção civil. A partir de então, as empresas construtoras deveriam estabelecer claramente o custo final do empreendimento e informar todos os detalhes do produto vendido ao consumidor.

O setor de projetos, envolvido no processo de produção, teve que se readaptar a essas premissas demandadas pelo cenário em questão. Diversos trabalhos acadêmicos foram naturalmente surgindo, fornecendo subsídios às questões emergentes à época.

PICCHI (1993) ressalta a importância da etapa de projetos e afirma que as interferências em projetos visando qualidade são menos onerosas, e, é justamente nessa fase que ocorrem decisões de maior influência sobre os custos finais do empreendimento. Enfatiza, ainda, a necessidade de se desenvolver a cultura de realização de projetos para produção, como meio eficaz para promoção da qualidade na construção de edifícios, opinião compartilhada por MELHADO (1994).

Os dois últimos referenciais indicam a tendência de mudanças no setor naquela década, sobretudo com relação à qualidade na produção da construção e também na elaboração dos projetos.

MELHADO (1997) explicita a grande importância da etapa de projetos: “Comparando com a indústria seriada, o número de decisões por dólar investido é maior na construção civil”, o que indica a importância do projeto no contexto do empreendimento, como elemento definidor das diretrizes do produto e conseqüentemente formador direto dos custos de um empreendimento. Nesse mesmo trabalho, o autor indica algumas ações que deveriam ser tomadas conjuntamente entre projetistas e construtores visando promover qualidade ao produto final:

a) melhor qualificação de projetistas: cuidar da formação profissional além do curso de graduação, investindo recursos para atualizações na área pertinente;

b) desenvolvimento de metodologias de projeto: o projeto, entendido como produto, deve ser realizado segundo metodologias lógicas e racionalizadas;

c) padronização e atualização de procedimentos de execução: proporcionam ganhos em qualidade, uma vez que as equipes de obra passam a tratar de diversos itens como rotinas;

d) gerenciamento da execução: esforços no sentido de se controlar de forma mais incisiva os vários processos e as várias etapas de execução de obras;

e) retroalimentação do sistema: os dados coletados num empreendimento podem ser utilizados como parâmetros para melhorias em empreendimentos subsequentes.

Estudos de casos sobre melhorias proporcionadas por projetos bem elaborados foram realizados. JOBIM (1999) expõe a avaliação de um empreendimento de padrão elevado, através de pesquisa de satisfação, concluindo que o projeto arquitetônico atendeu às expectativas dos condôminos, e que os mesmos voltariam a comprar empreendimentos da mesma empresa. Essa constatação, pela análise da autora, comprova a influência da qualidade do projeto arquitetônico na decisão do cliente.

ZEGARRA *et.al.* (1999) realizaram pesquisa em duas empresas (uma de projetos e outra atuante em planejamento de obras) para avaliar o possível impacto das atividades dessas duas empresas na cadeia de valor das construtoras, concluindo de forma positiva ao que foi pretendido, constatando inclusive grandes interferências em custos de empreendimentos.

### **2.3.O DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO**

Os projetos para construção civil, nos dias de hoje, ocorrem por processos informatizados, com auxílio de programas CAD para desenho ou programas específicos a cada área (arquitetura, estruturas, instalações). Particularmente no caso da arquitetura, em se tratando de processo criativo, a informatização ocorre em fases posteriores, enquanto que nos projetos de estruturas e instalações o processo manual ocupa um tempo relativamente menor. Nessas duas últimas especialidades, as normas técnicas estão contempladas nos programas e, em função do rigor dessas normas, o processo converge para uma apresentação do trabalho com a qualidade implícita, contida nas normas.

O processo de fluxo dos projetos de um mesmo empreendimento, contemplando a interdisciplinaridade desses temas diversos, deverá ser estabelecido de forma que cada projetista elabore seu trabalho em etapas previamente estabelecidas, utilizando informações de “entrada” corretas e obtidas a seu tempo, fornecendo informações de “saída” corretas e também a seu tempo, gerando “produtos” que sejam corretamente interpretados pelos demais componentes da cadeia produtiva.

Os profissionais envolvidos no processo de projeto tradicionalmente têm o conhecimento restrito à sua área (TZORTZOULOUS, 1999), e não possuem a visão do todo, o que auxiliaria na busca e consecução dos objetivos importantes de trabalho em equipe visando à qualidade do empreendimento. Alguns fatores influem na manutenção desse quadro, entre eles, a falta de conscientização do contratante que, ao buscar o serviço de projeto pelo menor preço (concorrência predatória), acaba desestimulando o prestador de serviço a colaborar de forma mais intensa no processo, limitando-se a fornecer somente o produto contratado – o projeto – (SILVA, SOUZA; 2003). Esse quadro, na opinião de MELHADO (1994), poderia ser revertido se houvesse a conscientização de contratados e contratantes de projetos sobre a importância dessa etapa na qualidade do empreendimento.

Um projeto deve, portanto, ser desenvolvido segundo um processo que é caracterizado pela sequência de entradas de informações, desenvolvimento dos serviços e saídas de informações e produtos. Essa sequência deverá ser estabelecida para cada caso específico, sendo difícil o estabelecimento de um modelo de processo de projeto (TZORTZOULOUS, 1999).

Os métodos de projeto tradicionais estabelecem a forma sequencial, isto é, cada projeto é elaborado na medida em que o projeto anterior é concluído. Os sistemas informatizados, mesmo os mais simples que envolvem somente programas de desenho em CAD, permitem que haja simultaneidade no desenvolvimento dos trabalhos. Uma das grandes vantagens dos sistemas CAD é a possibilidade de se realizar alterações sem grandes retrabalhos, além da sobreposição virtual de desenhos para verificação de incompatibilidades e interferências entre os diversos projetos. A simultaneidade e a

informatização são, desta forma, elementos poderosos na viabilização dos processos modernos de projetos e na promoção da qualidade dos projetos.

### **2.3.1. Informatização de Projetos**

O desenvolvimento rápido da informática nos últimos anos supera a própria capacidade humana de estabelecer horizontes para as próximas inovações. Recursos como Internet, conversações simultâneas, reuniões por vídeo conferência, intranet e extranet não existiam na época em que se davam os primeiros passos para estabelecimento de legislação visando qualidade, especificamente quando era editado o Código de Defesa do Consumidor, mencionado anteriormente.

Elaborar projetos num cenário competitivo como o de hoje, com as exigências do consumidor e do contratante e levando em conta os prazos médios requeridos por esses clientes, é inviável sem o auxílio da informática, sendo, portanto imprescindível a um escritório de projetos que deseja se inserir nesse cenário, a implantação de sistemas informatizados que atendam à demanda. Sob esse aspecto diversos trabalhos explicitam a preocupação com o funcionamento desses recursos visando qualidade do produto e competitividade da empresa.

FABRICIO et.al. (1999) ao proporem a metodologia do projeto simultâneo, ponderam que somente é possível a aplicação dessa ferramenta se houver informatização na produção de projetos na empresa.

Num estudo de caso do projeto e construção de prédios escolares, VICTOR (2000) conclui sobre a fundamental importância de recursos computacionais para melhoria da qualidade em projetos.

SCHMITT et.al. (2001) apresentam importante abordagem sobre o uso de extranets como ferramenta para o desenvolvimento de projetos de forma simultânea, e indicam formas nitidamente práticas para implementação dessa metodologia. Algumas das vantagens da utilização de extranet são:

→ A diminuição nos erros de comunicação entre os membros do projeto;

- Ter os projetos sempre atualizados;
- A criação de um repositório central de documentos do empreendimento;
- Acesso controlado e customizado para cada usuário;
- A segurança e privacidade na troca de dados;
- Ter um histórico do empreendimento.

GIANDON (2001) propõe método próprio e inovador para gerenciamento eletrônico de documentos no processo de projetos de edifícios, através da aplicação de software desenvolvido especialmente para esse fim.

NOVAES *et.al.* (2006) realizam levantamento bibliográfico em sítios para verificação da disponibilização de softwares para extranet, apresentando comparativo e mostrando as diferenças e semelhanças entre os programas comerciais e os de livre acesso, bem como o estágio de usabilidade dos referidos materiais.

Atualmente há vários softwares disponíveis no mercado para criação de redes extranet.

### **2.3.2. Projeto Simultâneo**

A partir da implantação de informatização nos processos de projetos, um escritório pode trabalhar utilizando a metodologia do projeto simultâneo, desenvolvendo o trabalho simultaneamente aos parceiros de um mesmo projeto. Nem sempre é possível aplicar o método, uma vez que todos os componentes do grupo de projetos precisam estar alinhados na mesma metodologia (FABRICIO, 2002).

Algumas das vantagens do método são indicadas abaixo (FABRICIO *et.al.*, 1999):

- Realização de várias etapas: as etapas são sobrepostas, não havendo espaços de tempo ociosos;
- Projeto de produto e para produção: o método proporciona, através da interação das equipes, facilidades para desenvolvimento dos projetos para produção;



→ Integração de visões diferentes, com equipe multidisciplinar: interfaces gerenciadas pelas equipes possibilitam aprendizado para todos os seus componentes.

→ Interatividade com ênfase no coordenador: toda a equipe é orientada por um coordenador, o que possibilita um fluxo de informações mais versátil;

→ Forte orientação para a satisfação do cliente: o objetivo final é a satisfação do cliente, e o projeto simultâneo proporciona meios para que esse objetivo seja alcançado.

A aplicação do método do projeto simultâneo, entretanto, não abrange ainda todos os “tipos” de clientes. Nas indústrias e instituições mais estruturadas, em geral há um coordenador de projetos que se especializa, com o tempo, na sua área de atuação. Por exemplo: em projetos de agências bancárias, em geral há um coordenador de projetos que tem grandes conhecimentos em projetos de arquitetura de agências bancárias, o mesmo acontecendo em setores como escolas, supermercados e outros. Esse coordenador, portanto, sendo ligado ao contratante, irá gerenciar a equipe de projetos com métodos próprios e nem sempre com projetos simultâneos na sua essência.

Os órgãos públicos são um caso particular de grandes dificuldades em se implantar o método de engenharia simultânea. BRASILIANO e CALMON (2001) descrevem a dificuldade em se implantar engenharia simultânea em projetos para órgãos públicos, visto que a definição do programa e projeto de arquitetura é feita muito antes dos projetos executivos complementares. Também citam que a empresa construtora é contratada por licitação, e muitas vezes toma conhecimento do projeto somente nessa fase. Há impossibilidade do projetista acompanhar o processo todo.

A implantação do método do projeto simultâneo depende também, e essencialmente, do desejo do contratante em fazê-lo. Uma equipe de projetos, mesmo que já tenha trabalhado conjuntamente, só poderá fazer uso do método caso o cliente contrate toda a equipe simultaneamente, caso contrário os projetos serão realizados no método sequencial tradicional. Em geral, segundo BORDIN et.al. (2002) o arquiteto é contratado antes dos demais projetistas, não podendo assim usufruir de importantes informações.

## 2.4.O PAPEL DO COORDENADOR DE PROJETOS

O coordenador de projetos é o profissional que tem como papel principal gerenciar a equipe de projetos, proporcionando o fluxo de informações no tempo certo, monitorando os prazos e tomando decisões a partir da análise dos problemas de interfaces e outras incompatibilidades.

Deve ter conhecimento de técnicas mercadológicas, liderança, conhecimento de técnicas construtivas, projetos arquitetônicos, sistemas prediais e estruturas, normas municipais e estar atualizado com as inovações (RODRIGUEZ, 2001). O autor ainda faz uma análise comparativa sobre o perfil do coordenador interno (funcionário da própria contratante) e do coordenador externo (contratado especificamente para o projeto em questão):

→ Coordenador interno: está envolvido no processo, faz parte da hierarquia da empresa e fica integrado ao assunto já nas fases iniciais.

→ Coordenador externo: deve se interiorizar do domínio da tecnologia da empresa, geralmente não conhece tão bem os processos internos e normalmente é contratado depois de iniciado um processo de projeto.

Segundo PICCHI (1993) *apud* RODRIGUEZ (2001), um empreendimento cujo processo de projeto foi desenvolvido com coordenador tem uma redução de custo estimado em 6%, comparado com empreendimento similar cujo projeto não contou com coordenador.

PICORAL e SOLANO (1996) definiram perfis de coordenadores em levantamento de procedimentos junto a construtoras, classificando os coordenadores em 3 classes de empreendimentos:

- quando o empreendimento é da construtora: coordenação é interna;
- quando o empreendimento é de um investidor: o coordenador é o arquiteto;
- em obras especiais: a coordenação é externa, contratada especificamente.

No mesmo trabalho, os autores manifestam preocupação com relação à necessidade do coordenador compartilhar informações com a direção, que por sua vez deveria organizar convenientemente essas informações, uma vez que tem sido muito comum os coordenadores levarem informações ao se desligarem da empresa, o que a obriga a recomençar todo o processo de implantação de coordenação para projetos futuros.

ADESSE e SALGADO (2006) realizaram pesquisa na cidade de São Paulo, tendo como objetivo identificar como as empresas construtoras e incorporadoras de edifícios residenciais entendiam a presença do coordenador de projetos, avaliando sua participação. Verificou-se que a maioria das empresas demonstraram desconhecimento da importância deste profissional, além de atribuir a ele tarefas administrativas e burocráticas, não reconhecendo a importância no contexto das melhorias que poderiam ser alcançadas com sua efetiva participação no processo.

Num cenário de grande demanda por serviços de projeto, é essencial o gerenciamento de elementos como complexidade, incerteza e velocidade. Tal como ocorre nas indústrias, de uma forma geral, também na construção civil tem sido frequente a prática do desenvolvimento simultâneo de projetos com a produção da obra. Considerando-se essa prática constante, FORMOSO e MOURA (2006) realizaram pesquisa com o foco no estudo da coordenação do processo de projeto desenvolvido simultaneamente à produção em empreendimentos dos setores industrial e hospitalar. Tal investigação resultou na elaboração de diretrizes para coordenação do processo de projeto, estabelecendo também um conjunto de atribuições do coordenador.

MANZIONE *et.al* (2007) ressaltam a importância do coordenador de projeto e relatam por meio de estudo de caso a história de um projeto hospitalar conduzido sem a coordenação de um profissional, mas com a intervenção direta do cliente. Nesse caso particular, o processo foi levado, segundo os autores a uma “situação crítica”, com diversos problemas técnicos, atrasos e conseqüentemente a desarticulação de todo o projeto. O processo foi revertido a partir da entrada do coordenador em cena.

## **2.5.PROJETOS DE PRODUÇÃO, ACOMPANHAMENTO DE OBRA PELO PROJETISTA E DESENHOS “AS BUILT”**

No contexto da caracterização do escopo ideal de serviços a serem contratados junto a escritórios de projetos, os projetos de produção, o acompanhamento de etapas da obra e os desenhos de “as built”, ou “como construído”, deveriam ser parte integrante e com a devida importância que lhes cabe.

Os três itens mencionados acima não fazem parte do escopo de inúmeros projetos que se tenha conhecimento, embora sua importância seja reconhecida por grande parte das empresas contratantes. Novamente é propício citar SILVA E SOUZA (2003), que indicam que a concorrência predatória deve ser a responsável pela redução do escopo de contratação de inúmeros projetos de construção civil, uma vez que o preço menor acarreta o oferecimento somente do projeto, nada mais. Em algumas exceções o projetista, por zelo, cortesia ou até por uma questão de “marketing” pessoal, realiza visitas à obra em fases importantes, porém raramente é remunerado por isso. E tampouco computa essas visitas na composição de seu preço no momento da contratação.

Em cenários mais organizados como a construção de condomínios residenciais, o ambiente é mais propício à implementação dessas modalidades de contratação. Em grandes empreendimentos em geral os fornecedores de projetos são parceiros constantes e os contratantes valorizam um pouco mais a atividade do projetista, que por sua vez imputam valores compatíveis com os custos de visitas à obra. MELHADO (2001) apresenta casos de empreendedores no Brasil que adotam posturas mais condizentes com a implementação dessas melhorias na fase de projetos.

Quanto a projetos de produção, há uma convergência na opinião de diversos autores quanto a sua real importância no contexto da busca de qualidade de um empreendimento. Os projetos de produção podem assumir diversas formas, como: modulação de alvenaria, paginação de forro e luminárias, detalhes de caixilhos, detalhes de assentamento de azulejos e acessórios de banheiro, canteiro de obras, planos de escoramento, planos de montagem de coberturas, plano de pintura, plano de revestimento externo e interno, sequência de montagem de cozinhas, entrada e saída de

material, e muitos outros conforme a tipologia da obra. Em casos mais comuns os projetos de paginação de forro e luminárias, bem como detalhes de caixilhos, são contratados junto ao arquiteto, por serem elementos componentes do aspecto visual da edificação, e conseqüentemente representam a aparência estética do empreendimento.

MELHADO (1997) enfatiza a necessidade do projeto para a produção classificando-o como elemento fundamental na busca da qualidade do empreendimento, pensamento compartilhado por SOUZA *et.al* (1997), que ainda enfatizam a necessidade de um manual de procedimento de execução além do projeto para produção.

SILVA e SOUZA (2003) têm o mesmo ponto de vista, incluindo o projeto para produção como item integrante da cadeia produtiva do projeto, sem o qual não é possível se estabelecer projetos com qualidade. Os mesmos autores afirmam que as visitas a obras por parte dos projetistas devem ser feitas com objetividade, ou seja, não se deve ir à obra sem saber o que será encontrado. As visitas devem ser agendadas e os itens a serem conferidos devem fazer parte de uma programação previamente discutida e acordada.

O Projeto de Sistema de Produção (PSP), muito comum na Indústria, ainda é pouco usado na Construção Civil, porém as investigações mostram sua importância fundamental no sucesso de um empreendimento. SCHRAMM *et.al* (2007) realizaram um estudo sobre a implementação de um “PSP” em empreendimentos complexos tais como edifícios hospitalares, comerciais e industriais, concluindo que o “PSP” potencialmente pode melhorar o desempenho dos sistemas de produção.

MELHADO e GONÇALVES (2009) realizaram trabalho de avaliação da gestão do processo de projeto de uma incorporadora atuante no mercado imobiliário em São Paulo e Rio de Janeiro, tendo como foco principal a interface projeto – produção, e indicando a importância da ferramenta de retroalimentação de dados de um empreendimento para outro.

O PSP na Construção Civil tem quatro funções básicas (SCHRAMM e FORMOSO, 2011): promover discussões e questionamentos; incentivar a adoção de uma visão

sistêmica; formalizar e registrar decisões; e estabelecer um estado futuro a ser alcançado.

Ainda sobre o tema em questão, e investigando o papel da formação dos profissionais no entendimento da importância do projeto de produção, deve-se citar o trabalho anterior de LANA e ANDERY (2001) que afirmavam à época que nos currículos de cursos de engenharia existia uma cultura que segmentava a cadeia de produção e separava o projeto de sua execução, indicando formas de inserção no ensino de engenharia visando a preparação dos novos profissionais para uma atuação mais voltada à integração dos processos. Na mesma linha MELHADO (2001) destacava a importância da mudança de enfoques em cursos de graduação e pós-graduação com vistas a atingir objetivos semelhantes.

Desenhos “as built” assumem igualmente grande importância no estabelecimento de um processo de projeto com qualidade. Importante salientar que, quanto maior a precisão do projeto de produção, menores serão as correções durante a obra, e consequentemente os itens de “as built” serão também menores. O cenário ideal nesse processo seria a discussão farta dos projetos na fase de desenvolvimento, seguida da elaboração dos projetos para produção, visando a não necessidade de desenhos “as built”. As mudanças durante a obra, entretanto, em alguns casos ainda fazem parte da cultura existente, sobretudo em obras particulares, onde o cliente em geral é leigo e somente toma conhecimento da forma e volume do empreendimento no momento em que o mesmo está sendo construído.

## **2.6.MELHORIAS EM QUALIDADE DE PROJETOS**

Para a abordagem desse tópico é necessária a reflexão sobre as formas de melhoria possíveis de serem aplicadas em escritórios de projetos.

Levando-se em consideração que o objetivo final na produção do projeto é o usuário, várias formas de implementação de melhorias são possíveis. Deve-se respeitar a cultura de cada empresa no momento de se optar por um sistema de gestão de qualidade. As normas da série ISO 9000 são parâmetros para certificações. Algumas empresas se adaptaram bem a elas, outras nem tanto.

Os escritórios de projetos são tradicionalmente formados e gerenciados pelo (s) seus (s) fundador (es), ou por profissionais da geração seguinte. Em função da competitividade comercial, buscam clientes que lhes possibilitem o maior retorno financeiro possível e sendo assim, cenários com situações de extremas exigências ou dotados de métodos muito burocráticos não são tão atraentes. É o caso de alguns órgãos públicos, notadamente bancos estatais, prefeituras, concessionárias de serviços públicos, órgãos federais e outros, que estabelecem níveis de exigências extremamente altos, e que, no entanto oferecem remunerações tabeladas e com valores irrisórios, carentes de critérios mais justos. Assim os grandes escritórios de projetos, já consolidados no mercado, buscam alternativas e continuam com seus métodos tradicionais de gestão da qualidade, apenas internamente.

Com grande importância no campo da implementação de qualidade, em 1991 surge a FPNQ – Fundação Prêmio Nacional da Qualidade, que edita o trabalho “Primeiros Passos para a Excelência”, voltado a empresas que buscam iniciar a implementação de algum plano de melhoria da gestão da qualidade.

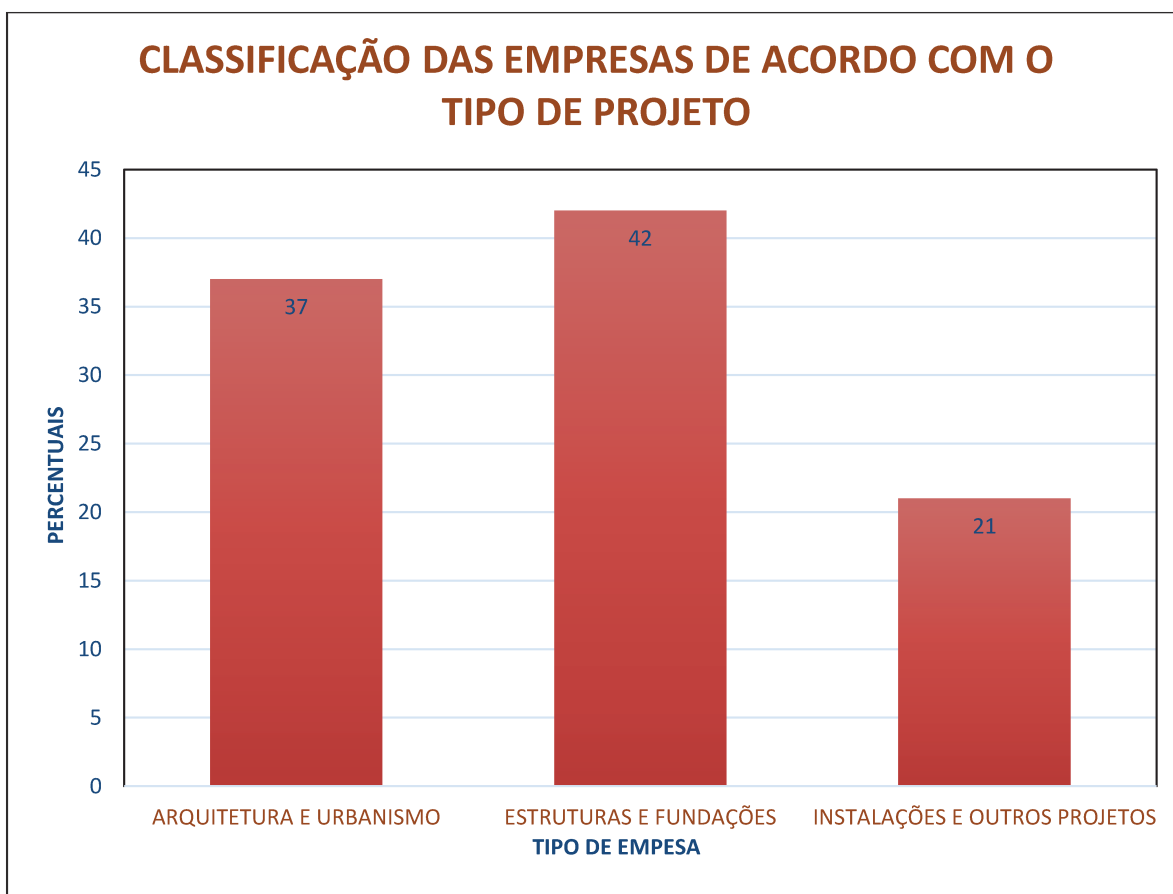
Assim, a abordagem deste assunto sobre “sistemas de gestão da qualidade” será feita neste capítulo através da consideração de três formas de melhoria da qualidade em escritórios de projetos:

- implantação de normas da série ISO 9000.
- melhorias segundo o PNQ.
- melhorias de qualidade com métodos tradicionais;

MELHADO (1998) traz o estudo de caso de duas empresas de projeto que implantaram normas da série ISO 9000, constatando as seguintes melhorias: controle e conhecimento do processo de projeto; controle do custo de hora do projeto; impacto positivo em marketing; melhoria de aspectos de retrabalho e não conformidades; comprometimento da direção; informatização; forma de gestão melhorada; indicadores mensuráveis de produtividade; domínio do processo de projeto; menores custos de manutenção.

Pesquisa de maior abrangência foi realizada por BAIA e MELHADO (1998), elaborada com 654 escritórios de projeto no Brasil, através de questionário enviado a empresas e profissionais associados a ASBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura), ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural) e SINAENCO (Sindicato Nacional de Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva), tendo retorno de 22% dos questionários e obtendo os resultados indicados nas figuras 1 a 5.

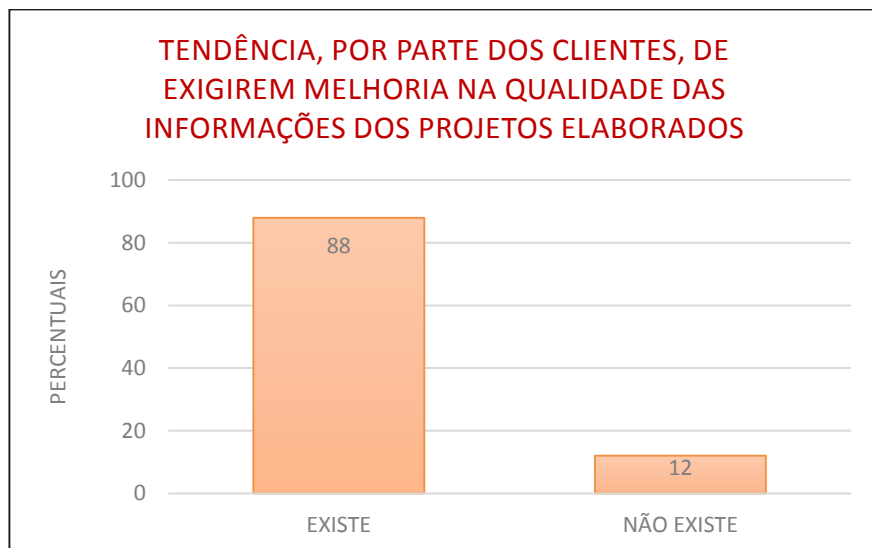
A figura 1 apresenta a caracterização dos tipos de empresa quanto ao ramo de atuação na área de projetos.



**FIGURA 1: CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS DE ACORDO COM O TIPO DE PROJETO**  
FONTE: BAÍA E MELHADO (1998)

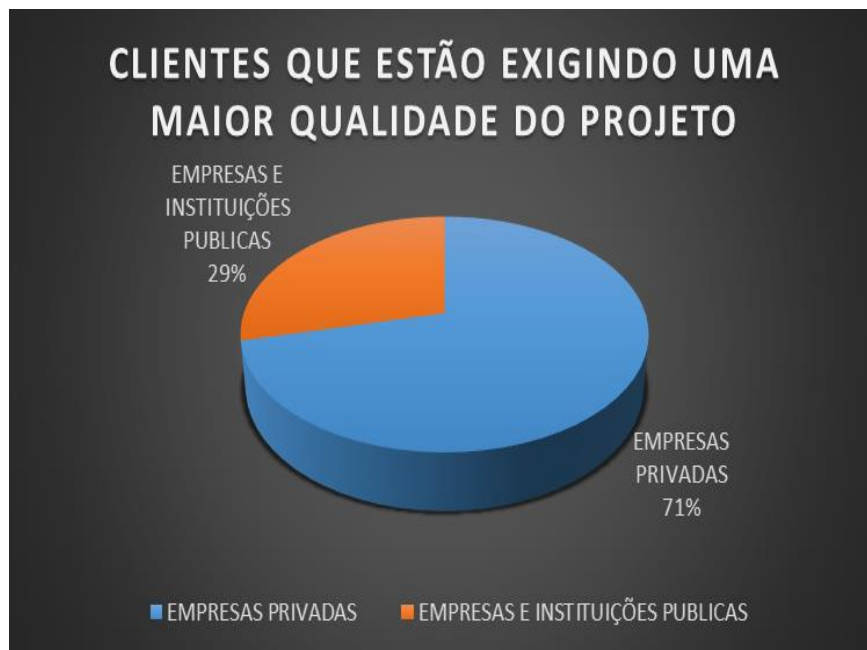


Na mesma pesquisa, a figura 2 mostra os percentuais de empresas que responderam positivamente se os clientes exigiam melhorias na qualidade das informações dos projetos.



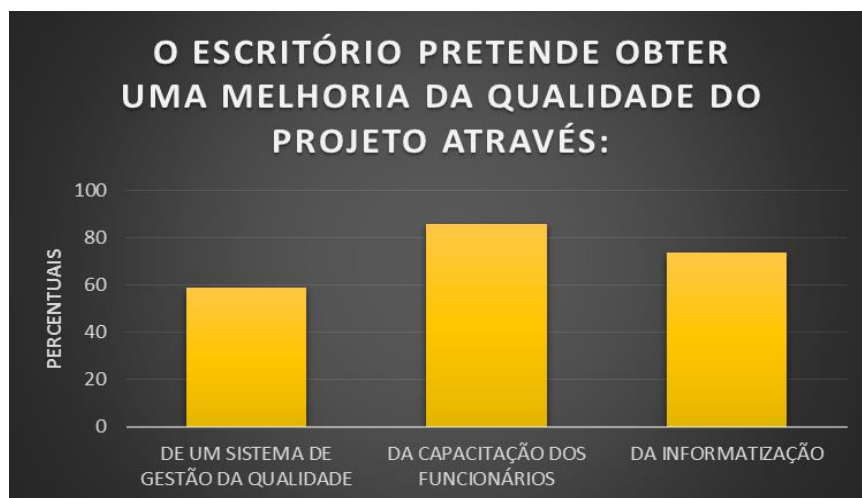
**FIGURA 2: TENDÊNCIA, POR PARTE DOS CLIENTES, DE EXIGIREM MELHORIA NA QUALIDADE DAS INFORMAÇÕES DOS PROJETOS ELABORADOS**  
FONTE: BAÍA E MELHADO (1998)

A figura 3 indica em percentuais, o perfil dos clientes que exigiam maior qualidade nos projetos.



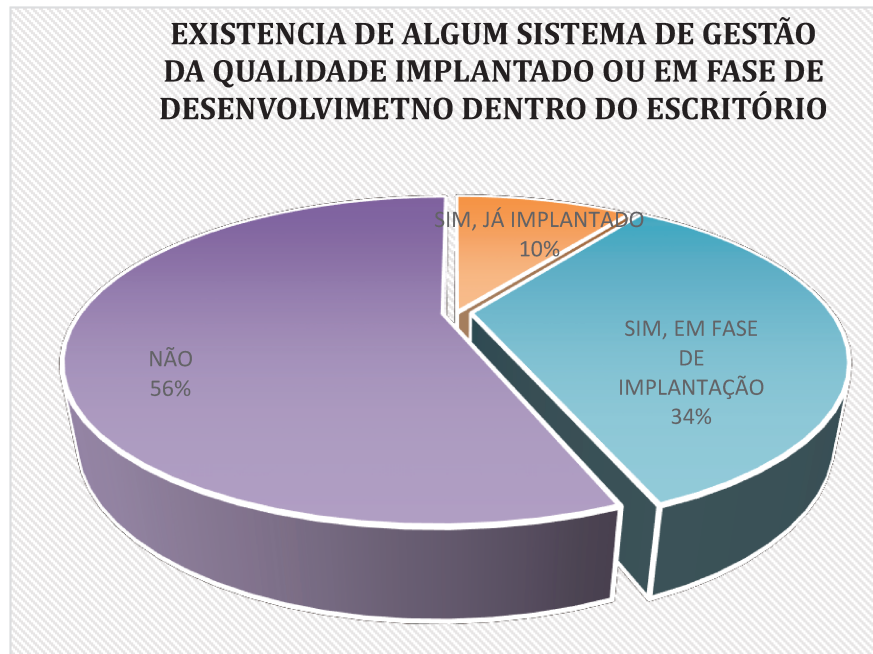
**FIGURA 3: PERFIL DOS CLIENTES QUE ESTÃO EXIGINDO UMA MAIOR QUALIDADE DO PROJETO**  
**FONTE: BAÍA E MELHADO (1998)**

Ainda na mesma pesquisa de BAÍA e MELHADO (1998), a figura 4 mostra quais os meios que as empresas consultadas pretendiam adotar para obterem melhorias da qualidade.



**FIGURA 4: OPÇÕES PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO PROJETO**  
**FONTE: BAÍA e MELHADO (1998)**

A figura 5 apresenta resultados sobre a questão formulada “se já existia algum sistema de gestão da qualidade implantado ou em fase de implantação”.

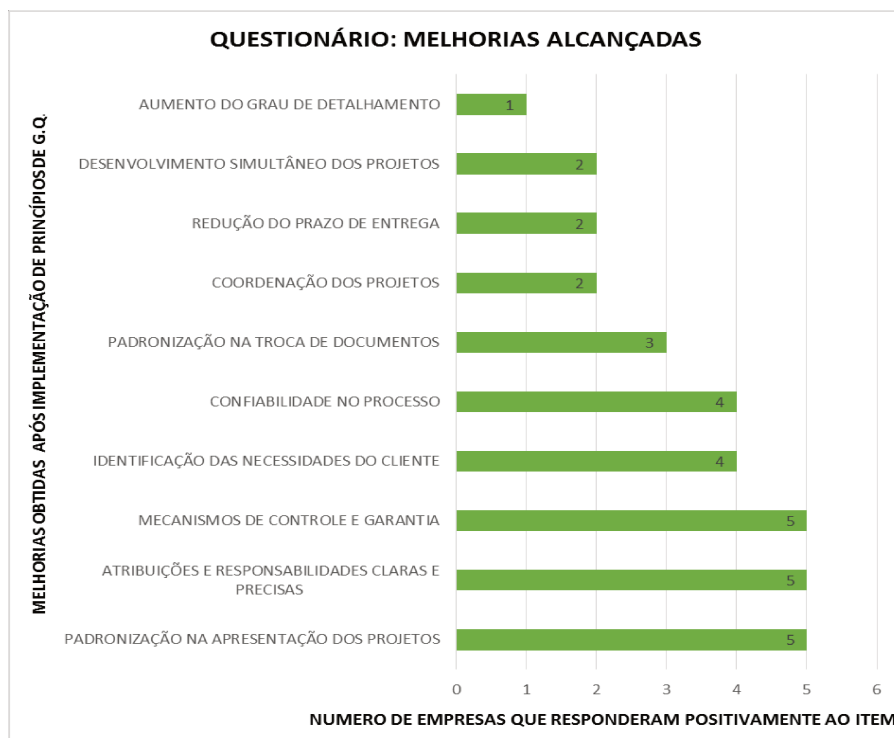


**FIGURA 5: EXISTENCIA DE ALGUM TIPO DE SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE**  
**FONTE: BAÍA e MELHADO (1998)**

Após as modificações introduzidas na ISO 9000 no ano de 2000, ABUQUERQUE NETO e MELHADO (2000) indicam que essa versão obriga a empresa a criar mecanismos que comprovem melhorias e criem canais eficientes de comunicação com o cliente, embora nem todos os seus itens sejam aplicáveis especificamente a projetos. Aborda também o aspecto de que o foco principal é a satisfação do cliente e detalha alguns procedimentos que em sua análise serão necessários para atendimento à nova norma, como informação sobre o produto e o serviço; tratamento de pedidos; tratamento de reclamações; processos de “recall” e “feedback” do cliente sobre o desempenho do produto.

Na cidade do Rio de Janeiro uma pesquisa mostrou que até o mês de outubro de 2001 apenas onze empresas de projeto haviam obtido certificação pela norma ISO 9001 (todas ligadas a área industrial, e nenhuma empresa de arquitetura). A maioria delas alegava ter buscado certificação por exigências dos contratantes (DUARTE; SALGADO, 2001).

GRILO *et.al.* (2003) realizaram pesquisa conjuntamente com o NGI (Núcleo de Gestão e Inovação), sobre a implementação de princípios de gestão da qualidade em nove empresas na cidade de São Paulo, obtendo as conclusões resumidas na figura 6 acerca das melhorias obtidas:



**FIGURA 6: MUDANÇAS OCORRIDAS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE S.G.Q.**  
**FONTE: GIOLLO et.al (2003)**

Na Figura 6, os números de 0 a 5 indicam a quantidade de empresas que responderam positivamente às questões propostas em cada linha.

Buscando referências internacionais sobre o assunto, MELHADO (2001) realizou trabalho na França, acompanhando o grupo C.R.I.S.T.O. (Centre de Recherche Innovation Sécio Technique et Organizations Industrielles), vinculado à Université Pierre Mendès, em Grenoble. Naquele país, entrevistou profissionais e coletou informações sobre os processos de projeto. Acompanhou o processo de gerenciamento do projeto do Palais de Justice de Grenoble, abordando todas as dificuldades encontradas.

De volta ao Brasil, elabora estudo de caso com 3 grandes Incorporadoras de construção de edifícios, mostrando os sistemas de gestão de projetos adotados, avaliando, traçando críticas e sugestões para cada situação.

Conclui o trabalho sugerindo ações no campo da formação acadêmica em nível de graduação e pós-graduação, para arquitetura e engenharia.

SILVA e SOUZA (2003) produziram completas publicações sobre implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de projeto.

O tema está subdividido em partes, aplicáveis a setores (contratante e contratado), porém interagindo e formando um escopo de informações úteis a ambas as partes. Ao final sugerem modelos de documentos e procedimentos úteis para implementação dos sistemas de gestão da qualidade, listados a seguir:

- ⇒ Roteiro para definição das estratégias e políticas de atuação da empresa de projeto;
- ⇒ Roteiro para estabelecimento e implantação de modelo de gestão da empresa de projeto;
- ⇒ Roteiro e modelo para controle de verificações de interfaces de projeto;
- ⇒ Roteiro e modelo para acompanhamento da obra pelo projetista.

O trabalho contém ainda uma importante abordagem sobre a Gestão e Gerenciamento da Empresa de Projeto.

No âmbito da aplicação de conceitos recomendados pela FPNQ, a publicação “Primeiros Passos Para a Excelência” tem os seguintes objetivos (FPNQ, 2005):

- a) apresentar critérios para um bom desempenho da gestão;
- b) fornecer um instrumento para o diagnóstico da organização; e
- c) servir como referencial de avaliação para premiações internas, setoriais e regionais.

Os oito Critérios de Excelência referem-se à:

1. Liderança
2. Estratégias e Planos
3. Clientes
4. Sociedade
5. Informações e Conhecimento
6. Pessoas
7. Processos
8. Resultados

Para cada item são indicadas as questões e as respectivas pontuações. Mesmo que a empresa não venha a concorrer oficialmente ao prêmio, pode ainda assim tentar implantar internamente os procedimentos necessários ao atendimento dos itens constantes, visando melhorias em seus processos produtivos.

A implantação de sistema de gestão da qualidade (S.G.Q.) é fundamental para o ganho de competitividade de um escritório de projetos. Sobre esse tema, importantes trabalhos surgiram e são citados a seguir.

ROMAN e FOSSATI (2006) avaliam uma metodologia para implementação de S.G.Q em micro e pequenas empresas de projetos de edifícios, apresentando algumas sugestões para sua melhoria, como: aperfeiçoamento de “check list”; realização de treinamento de funcionários; determinação de metas mensais de elaboração de documentação; e a realização de encontro entre as empresas em fase intermediária de implantação.

FIGUEIREDO e ANDERY (2007) analisam a implementação de SGG conforme I.S.O. 9001 levantando documentos de auditorias e realizando entrevistas em construtoras, e relatam que os resultados encontrados estavam em conformidade com o que era observado na literatura da época, ou seja, o excesso de burocracia, bem como a

dificuldade de implementação de um efetivo controle de processos estavam entre os principais problemas encontrados.

BRAGA (2008) relata melhorias nos espaços de trabalho e também de caráter comportamental, já na fase de implantação de sistema de gestão da qualidade com base na I.S.O. 9000 e também no programa “5S”, em empresa de consultoria em engenharia e arquitetura avaliada.

MENDES e PICCHI (2008) realizaram um trabalho de levantamento bibliográfico sobre as principais motivações e dificuldades de implantação de S.G.Q. em construtoras, pesquisando trabalhos nacionais e internacionais, observando que nas empresas internacionais a motivação maior era o foco econômico.

PEREIRA et.al (2008) observam que em obras de interesse social, faltam evidências de que as empresas construtoras tenham efetivamente conseguido melhorar seus processos e reduzir problemas relacionados à qualidade do produto, após a implementação de S.G.Q. baseado na norma I.S.O. 9001. Como resultado, apresentam um diagnóstico das dificuldades de gestão encontradas numa primeira etapa, e a complementação do diagnóstico numa segunda etapa, por meio de um questionário semiestruturado. Avaliam, ao final, os resultados, indicando os benefícios, falhas, dificuldades e sobretudo os desafios para a manutenção destes sistemas no empreendimento.

SOUZA (2008) realizou ampla pesquisa sobre implementação de S.G.Q. em empresas de projeto na cidade de Belo Horizonte (MG), concluindo que todas relataram melhorias em seus processos, resultando em ganho de tempo e conseqüentemente melhorias em rentabilidade de projetos. A referida pesquisa mostra também as dificuldades encontradas para implementação do sistema, sobretudo no que se refere ao tempo disponibilizado para a organização dos procedimentos para a efetiva implantação.

NOBREGA (2009) pesquisou escritórios de projetos de arquitetura no Distrito Federal, com foco na análise das técnicas de retroalimentação de dados, ressaltando a importância dessas técnicas para o aprimoramento da qualidade de projetos futuros.

## 2.7. GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil tem características peculiares que diferenciam esse setor de outros como indústrias automotivas ou eletroeletrônicas. Neste setor o produto (obra) é fabricado em diferentes locais (terrenos), de forma não seriada (cada empreendimento tem uma planta diferente), e sob condições climáticas adversas (enquanto numa indústria o produto é fabricado em galpão coberto, na construção civil ele é “fabricado” sem essa proteção).

Assim sendo, a elaboração de projetos em muitas ocasiões se torna mais complexa. Gerenciar sempre requer competência, experiência e conhecimento. Para empreendimentos de grande porte, considerando a complexidade e a necessidade de se imprimir velocidade de execução, algumas ferramentas se tornam úteis e necessárias.

Uma dessas ferramentas é o “Project Management Body of Knowledge”, também conhecido como PMBOK, um conjunto de práticas em gerenciamento de projetos publicado pelo Project Management Institute (PMI BRASIL, 2014). O Guia PMBOK identifica processos e subprocessos para descrever as etapas de trabalho na elaboração de um projeto. A descrição de cada um deles se dá utilizando questionamentos traduzidos em três eventos distintos:

- Entradas (documentos, planos, orçamentos, desenhos e outros);
- Ferramentas e técnicas que se aplicam às entradas;
- Saídas (documentos e produtos), que são direcionados à entrada do próximo item.

O Guia PMBOK estabelece os “grupos de processos de gerenciamento de projetos”, que são: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.

Define também as áreas de conhecimento (que podem variar de uma versão para outra do guia):

- Gerenciamento/Gestão de integração do projeto;



- Gerenciamento/Gestão do escopo do projeto;
- Gerenciamento/Gestão de tempo do projeto;
- Gerenciamento/Gestão de custos do projeto;
- Gerenciamento/Gestão da qualidade do projeto;
- Gerenciamento/Gestão de recursos humanos do projeto;
- Gerenciamento/Gestão das comunicações do projeto;
- Gerenciamento/Gestão de riscos do projeto;
- Gerenciamento/Gestão de aquisições do projeto;
- Gerenciamento/Gestão de envolvidos do projeto;

Diversos trabalhos acadêmicos foram elaborados sobre o tema. OHASHI e MELHADO (2007) apresentam um trabalho que indica diretrizes para a potencialização da utilização de conceitos de gerenciamento de empreendimentos imobiliários residenciais com base no Guia PMBOK e na norma I.S.O 10006:2003 (Norma internacional que aponta diretrizes para a aplicação da gestão da qualidade em projetos).

Abordando a importância do quesito “comunicação” no gerenciamento de projetos, JUNGLES *et.al* (2007) apresentam um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento da comunicação no gerenciamento da execução de obras.

MENDES *et.al* (2011) elaboram um trabalho de introdução de conceitos sobre o PMBOK, comparando esses conceitos com os da “Lean Construction”, apresentando um breve comparativo entre eles.

Mais recentemente surgiu e vem ganhando considerável espaço a tecnologia BIM (Building Information Modeling). A plataforma consiste na integração do desenho com ferramentas de orçamento e análise qualitativa de projetos.

A tecnologia BIM surgiu em complemento a um sistema chamado “Archicad”, criado pela empresa húngara “GRAPHISOFT” em 1982, atendendo a demanda de arquitetos na criação de projetos em três dimensões (3D).

GALLELLO (2008) explica que o BIM influencia diretamente na construção. Segundo ele, o sistema permite que a arquitetura seja integrada à engenharia, possibilitando que se especifique o custo da obra durante o desenvolvimento de um projeto. Isso possibilita que ocorram mudanças na fase de projeto, alterando a forma usual de se concluir o projeto para posteriormente se elaborar os orçamentos. No sistema BIM as interferências também são identificadas e alertadas a tempo de serem corrigidas.

COELHO e NOVAES (2008) realizam um trabalho de levantamento bibliográfico sobre os sistemas colaborativos em projetos, sugerindo que o sistema BIM é uma evolução dos sistemas CAD (do inglês “computer aided design”, ou “desenho assistido por computador”), observando que naqueles sistemas (CAD) uma alteração de projeto implica em alterações “manuais” de outras pranchas correlacionadas. No sistema BIM isso é automático pois o sistema parametriza as informações, havendo possibilidade de se alterar automaticamente, também, as planilhas orçamentárias e as especificações.

Segundo MOURA (2011) a utilização da tecnologia BIM é irreversível no mercado, embora ainda não faça parte totalmente do processo de projeto. Ainda de acordo com a autora, diversos fabricantes de softwares CAD têm criado programas e aplicativos que possibilitam a integração e interoperabilidade entre os sistemas, entre os quais destaca-se o “Revit Architecture”, da desenvolvedora de softwares “Autodesk”. O “Revit” é um programa baseado no uso da tecnologia BIM.

BIOTTO *et.al.* (2012) relatam um estudo de caso de quatro obras de construção civil, com tipologias variadas (edificações de 1, 5, 8 e 20 pavimentos) com variação na quantidade de unidades, nas quais se aplicou a tecnologia BIM para fazer simulações de alternativas para replanejamento de atividades de diversas etapas das obras. O resultado indicou vários pontos falhos como erros de sequenciamento de etapas, erro de dimensionamento de equipamentos de transporte, inversão de fluxo de trabalho entre outros, o que certamente traria prejuízos financeiros decorrentes de atrasos nas obras.

## **2.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO**

Em todos os trabalhos citados neste capítulo constata-se uma grande preocupação dos autores acerca da importância da etapa de projetos e sua grande influência na fase de produção da obra, bem como reflete de forma incisiva na composição dos custos e na satisfação do usuário final.

Constata-se também uniformemente, que os autores evidenciam a necessidade de algumas ações na etapa de projetos, sintetizadas em:

- Necessidade de um coordenador de projetos, com conhecimentos amplos e facilidade de trabalho em equipe;

- Necessidade de projetos de produção, consistindo em melhores detalhamentos de fases construtivas;

- Necessidade de uma mudança de filosofia por parte dos contratantes quanto à importância do projeto.

A elaboração de projetos para construção civil nos dias de hoje é realizada, salvo exceções, de forma ainda carente de planejamento. Alguns fatores contribuem para a permanência desse cenário, dentre os quais pode-se citar, de acordo com o material pesquisado:

- a) A falta de conscientização por parte dos contratantes acerca da importância da fase de projetos;

- b) O cenário econômico, que cria a perigosa tendência de redução de custos em todos os itens da construção, a começar pelo projeto, o que afeta a qualidade do produto final;

- c) A fragilidade na preparação e qualificação dos profissionais da construção civil, bem como a pulverização das profissões de arquiteto e engenheiro, tendência a ser revertida nas escolas;

d) A dificuldade em se estabelecer padrão modelador para processos de projeto gera situações indesejáveis no fluxo de serviços, inviabilizando muitas vezes a tentativa em se implementar qualidade nessa etapa;

A realidade poderá ser mudada a partir dos esforços e ações na educação, tanto no nível da formação dos novos profissionais, quanto na melhor qualificação dos profissionais atuantes no mercado. Os trabalhos técnicos e acadêmicos nesse sentido são de grande importância, pois trazem à reflexão esses temas de relevante importância.

Do ponto de vista da melhoria da qualidade dos projetos para construção civil, é necessário o estudo de meios para levar os novos conhecimentos de gestão da qualidade aos escritórios de projetos. Entretanto as mudanças requeridas alcançarão êxito somente com a conscientização de todos os participantes do processo.

A implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em escritório de projeto deverá ser feita respeitando-se cultura da empresa. Deve-se avaliar cuidadosamente cada caso antes da tomada de decisão acerca do melhor sistema para cada empresa. As normas da série ISO 9000 são um importante referencial, entretanto a viabilidade de sua aplicação deve ser bem avaliada considerando-se os diversos aspectos, sobretudo o objetivo da empresa. Em muitos casos, a certificação por essas normas é feita somente para atender a exigências dos contratantes, que em geral, pertencem à área industrial. Outros indicadores como os recomendados pela FPNQ podem também ser de grande valia na implementação de uma cultura de qualidade no escritório de projetos.

Novas técnicas de gerenciamento de projetos surgiram mais recentemente, entre elas o Guia PMBOK, que traz importantes diretrizes para orientar a condução do processo, sobretudo em situações de grandes empreendimentos.

O sistema BIM, relatado neste capítulo, surge como uma importante ferramenta no campo do projeto colaborativo, integrando o processo de elaboração de peças gráficas (2D ou 3D) aos parâmetros de planilhas orçamentárias, especificações, fluxo de trabalho e tempo de execução de obras.

Após a realização do levantamento bibliográfico proposto e apresentado, algumas reflexões podem ser feitas acerca de questões a serem aprofundadas sobre o tema.

a) A bibliografia já produzida aborda o processo de projeto como um todo, e traz diversos modelos de processos voltados a empreendimentos residenciais realizados por empresas incorporadoras. Há poucos trabalhos que contemplam outros setores da construção civil, como por exemplo, as obras industriais. Para algumas áreas de projetos (estruturas, fundações, instalações), o setor industrial é mais atrativo, o que em geral induz o escritório a se moldar às exigências de cada cliente específico, seguindo os padrões internos de cada cliente. Os grandes escritórios de projetos especializados nessas modalidades perceberam historicamente essa melhor rentabilidade no setor industrial, mudando seu foco de trabalho, e essa deve ser a razão da sua pouca participação em discussões acerca de projetos residenciais. Em escritórios de arquitetura ocorre exatamente o contrário: os empreendimentos residenciais e comerciais são mais rentáveis e atrativos, pois a beleza estética é fundamental e o bom projeto arquitetônico torna-se indispensável.

b) Algumas abordagens apresentadas na bibliografia ainda carecem de melhor discussão. O ponto crítico encontrado no material consultado e apresentado neste trabalho é o acompanhamento do profissional de projeto às etapas da obra. Há um aparente consenso de que, para se implementar conceitos de qualidade, é necessário que cada profissional componente da cadeia produtiva tenha as competências específicas de sua formação (engenheiros de projetos, engenheiros de obras, técnicos, etc.) e que se atribua a cada qual as tarefas específicas pertinentes à sua competência. Entretanto, ao se discorrer sobre a necessidade da presença do projetista na obra (mesmo que em etapas específicas, pré-agendadas, acordadas e até remuneradas), estabelece-se um cenário de consideráveis dificuldades operacionais: muitas vezes o projetista tem sua sede muito distante da obra. Considerando-se a quantidade de projetos entregues mensalmente (de cujo faturamento depende a sobrevivência da empresa), a localização das obras contratadas, a sobreposição de etapas das diversas obras e a necessidade do projetista desenvolver sua rotina diária no escritório, e ainda considerando o atendimento pessoal a novos clientes (que implica na necessidade de

sua permanência no escritório), conclui-se que a viabilidade dessas visitas às obras é questionável. Experiências têm demonstrado que os recursos como câmeras fotográficas digitais e Internet auxiliam decisivamente na resolução de muitos problemas de interpretação de projetos. Sob o aspecto abordado neste parágrafo, sugere-se o aprofundamento dos estudos sobre a formação acadêmica atual dos profissionais da área, sobretudo no que se refere a dificuldades de interpretação de projetos na obra, fator em grande parte responsável pela demanda de visitas de projetistas às obras.

c) A formação acadêmica dos profissionais da arquitetura e engenharia é um aspecto determinante na implantação de qualidade nos processos de projeto e execução de obras. O arquiteto, como profissional criativo no processo e, sendo o detentor do poder de criar as diretrizes para os demais projetos do empreendimento deverá ter em sua formação acadêmica disciplinas componentes de uma grade curricular que o insira no campo da interface com os demais projetistas, conferindo-lhe a capacidade de elaborar estimativas e pré-dimensionamentos básicos dos demais elementos componentes do empreendimento. Da mesma forma os engenheiros deverão ter em sua formação acadêmica disciplinas que o possibilitem interpretar o processo construtivo de forma mais ampla, não se limitando a um confinamento em temas isolados sobre projetos ou sobre execução de obras.

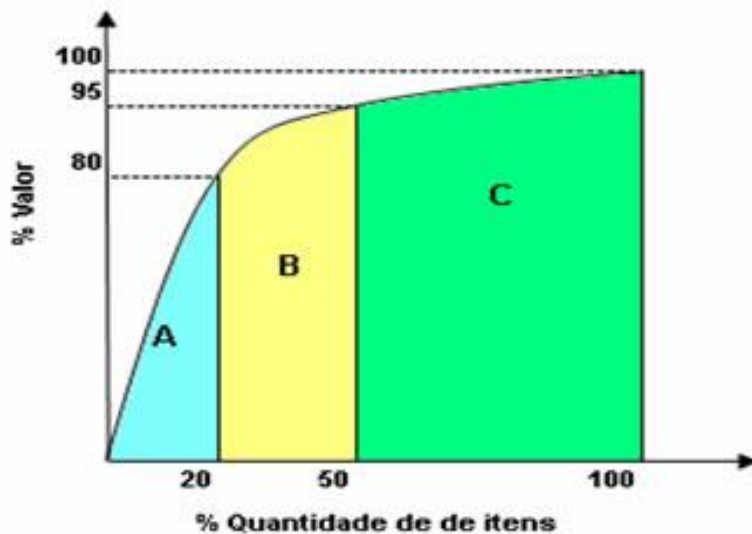
## **CAPÍTULO 3: OS SISTEMAS ESTRUTURAIS**

### **3.1.O PAPEL DAS ESTRUTURAS**

Numa edificação o papel da estrutura é fundamental. Ela garante a estabilidade global da construção e a segurança dos usuários. Assim sendo, um bom projeto estrutural aliado às boas práticas construtivas, pode levar um empreendimento ao sucesso, e ao contrário, um projeto de baixa qualidade aliado a vícios construtivos pode conduzir a problemas de instabilidade estrutural e perda de investimentos.

Na mesma proporção de sua importância física, a estrutura também consome um grande percentual do investimento em uma construção. Estima-se que as fases de estruturas e fundações, somadas, numa edificação em concreto armado convencional, consumam entre 30% e 35% do total do custo direto (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2013). Percentuais parecidos são encontrados em edificações em alvenaria estrutural, somando-se estruturas, alvenarias autoportantes e fundações. Edificações em paredes estruturais em concreto armado também geram resultados próximos aos indicados.

Tais percentuais são de relevante importância, e em processos de orçamento e rotinas de controle de estoque em obras, os serviços da fase estrutural são considerados de categoria “A” na curva A B C do diagrama de Pareto (DANTAS e SOUZA, 2007), - figura 7 -, ou seja, trata-se de fase com materiais e serviços de alto custo e com poucos itens de aquisição, e portanto devem receber atenção especial em suas compras para que se produza importantes economias na obra.



**FIGURA 7: CURVA ABC DE ESTOQUE**  
**FONTES: sobreadministração.com (2013)**

O diagrama de Pareto foi desenvolvido por JURAN (1941), segundo o qual, 80% dos problemas são geralmente causados por 20% dos fatores.

### 3.1.1. Conceito de Estrutura

O termo “estrutura” não é exclusivo das áreas de engenharia. Pode-se encontrar o mesmo termo em várias outras citações de áreas diferentes, como “estrutura musical”, “estrutura óssea”, “estrutura emocional” e outras. Em quaisquer dessas áreas, seja qual for o contexto, pode-se facilmente perceber que ao termo “estrutura” atribui-se grande importância.

Do latim “structura”, sua tradução pode significar para as áreas de engenharia, “organização”, “constituição”, “disposição”. Ao se realizar a concepção estrutural de uma edificação, está se procedendo à organização dos elementos nos seus devidos lugares e nas dimensões apropriadas.

A natureza, segundo VASCONCELOS (2000), é o melhor exemplo dessa organização e disposição dos elementos da forma e dimensão apropriadas. Segundo o autor, “tudo o que o homem projetou em edificações, a natureza já havia construído antes”. Entre as clássicas citações de Vasconcelos pode-se destacar o caso das árvores



(onde os galhos têm dimensões muito menores que o tronco, o qual é interligado ao solo por meio das raízes, que numa edificação é representado pela fundação), ou o caso das teias de aranha com seus fios de alta resistência ao se comparar o diâmetro dos fios com as cargas atuantes. O ovo de avestruz, uma fina estrutura em casca que suporta altas cargas, também é uma interessante citação do mesmo autor.

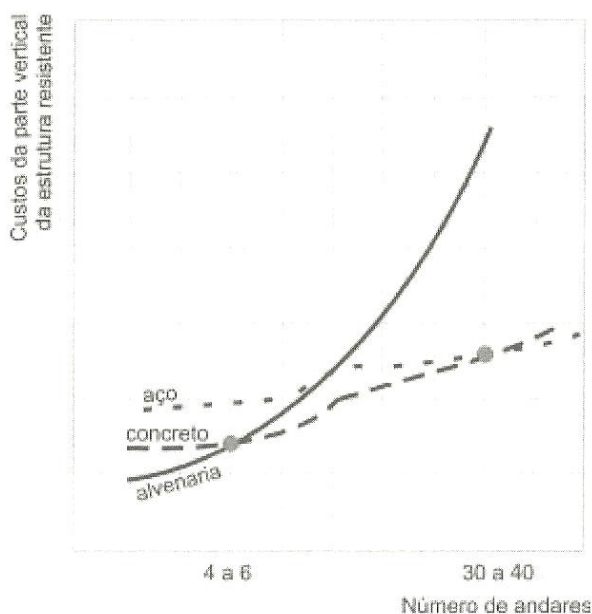
REBELLO (2006) defende a importância da perfeita concepção estrutural no momento em que é criado o projeto arquitetônico básico, e indica importantes parâmetros que servem de base para o profissional de arquitetura decidir sobre posicionamento de vigas e pilares, bem como a escolha do melhor material para a estrutura. A tabela 1 mostra um estudo do referido autor, onde se atribui pontuação de 1 a 5 para cada material (madeira, aço e concreto) correlacionando cada um deles aos esforços, dimensionamento da seção, obtenção, aplicação e manutenção.

**TABELA 1: AVALIAÇÃO DOS MATERIAIS E DAS DIVERSAS VARIÁVEIS DE UTILIZAÇÃO.  
FONTE: REBELLO (2006)**

ITEM	MADEIRA	AÇO	CONCRETO
<b>1. MATERIAL X ESFORÇO</b>			
1.1. ÍNDICE DE EFICIÊNCIA	4	5	2
1.2. ÍNDICE DE CONFIANÇA	2	5	4
1.3. TRAÇÃO SIMPLES	3	5	2
1.4. COMPRESSÃO SIMPLES	4	3	5
1.5. MOMENTO FLETOR	3	4	4
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
<b>2. MATERIAL X SEÇÃO</b>			
2.1. OBTENÇÃO DAS SEÇÕES	4	4	4
2.2. TRAÇÃO SIMPLES	4	5	2
2.3. COMPRESSÃO SIMPLES	4	5	4
2.4. MOMENTO FLETOR	4	5	4
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERIAL X OBTENÇÃO, APLICAÇÃO E MANUTENÇÃO</b>			
3.1. FATORES ECOLÓGICOS	3	4	4
3.2. PROCESSO DE OBTENÇÃO	3	4	4
3.3. DISPONIBILIDADE DO MATERIAL	3	4	5
3.4. VELOCIDADE DE APLICAÇÃO	4	5	3
3.5. DISPONIBILIDADE DE MÃO DE OBRA	3	3	5
3.6. INTERFACE COM OUTROS MATERIAIS	3	3	5
3.7. DURABILIDADE	4	3	4
3.8. EXPOSIÇÃO AO INCÊNDIO	1	2	4
<b>SUBTOTAL</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>34</b>
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>69</b>	<b>65</b>

A postergação das decisões de concepção estrutural para etapas muito distantes acarreta erros irreparáveis. O posicionamento de pilares e vigas deve ser estabelecido na fase inicial do projeto arquitetônico, sob pena de retrabalhos e em muitos casos práticos, prejuízos financeiros no empreendimento. Acompanhando o desenvolvimento de projetos acadêmicos, este autor nota constantemente e claramente a importância da concepção estrutural logo no início do empreendimento. Essa percepção ocorre também, verificando o desenvolvimento de projetos reais na atuação profissional.

MASCARÓ (2006) pesquisou e definiu diversos parâmetros de projetos arquitetônicos enfatizando que “cada traço de projeto representa um custo na obra”. O autor estabelece variadas situações de projeto arquitetônico, com base em estudos aprofundados, e envolve também a questão do posicionamento e dimensões de elementos estruturais como fatores altamente influentes no custo final da obra. Sugere também a escolha do melhor material estrutural em função da altura do edifício. A figura 8 traz, como forma de exemplo do trabalho desenvolvido por aquele autor, um gráfico que indica a variação de custos da parte vertical das estruturas de edifícios, considerando três sistemas estruturais: concreto armado, alvenaria estrutural e estruturas metálicas.



**FIGURA 8: CUSTOS DA PARTE VERTICAL DA ESTRUTURA EM FUNÇÃO DO MATERIAL UTILIZADO. FONTE: MASCARÓ (2006)**

### 3.1.2. Estruturas para Edificações

Existem diversos sistemas estruturais em uso para a construção de edificações. A decisão por um ou outro sistema depende de uma série de fatores como disponibilidade de materiais, transporte, custo, mão de obra especializada, condições ambientais e outros.

Os sistemas estruturais mais utilizados no Brasil são:

- a) Estruturas em concreto armado convencional;
- b) Estruturas em alvenaria estrutural (blocos em concreto ou cerâmicos)
- c) Estruturas metálicas
- d) Estruturas pré-fabricadas em concreto

Os fatores que podem influenciar na tomada de decisão sobre o sistema estrutural adequado são comentados a seguir:

Disponibilidade de materiais: Em geral as estruturas em concreto armado convencional podem ser executadas em qualquer região do país. Os materiais básicos para esse tipo de estrutura são cimento, areia grossa, pedra britada e água, além do aço em vergalhões tipo “CA”, materiais que são encontrados com facilidade em depósitos de materiais de construção. A mão de obra em geral absorve bem essa tecnologia pois já está presente há várias décadas no País.

Nesse quesito de disponibilidade de materiais, há problemas quanto à adoção do sistema em alvenaria estrutural, pois necessita-se de blocos industrializados em concreto ou cerâmicos, que devem atender os requisitos de qualidade e apresentar resistência requerida em projeto (Fbk). Nem todas as regiões do País contam com fabricantes de blocos estruturais, portanto em determinadas regiões o custo do transporte inviabiliza obras com esse sistema estrutural.

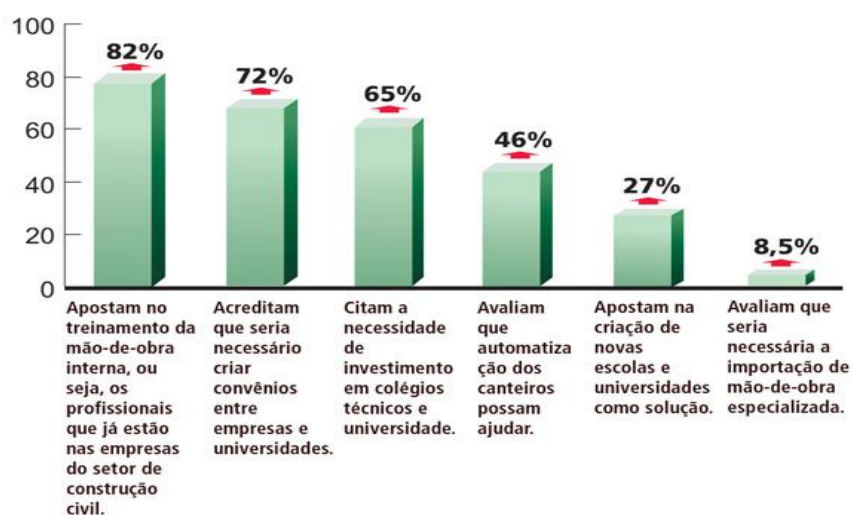
Ainda no item em questão, deve-se salientar que as estruturas metálicas são inviáveis pelo mesmo motivo de transportes, em regiões onde não haja fábricas de perfis metálicos. Assim acontece também com o sistema em pré-fabricados de concreto.

Transporte: Sistemas estruturais industrializados devem ser muito bem avaliados quando as fábricas estão distantes da obra. O custo de fretes rodoviários pode gerar excessivos aumentos no orçamento. Além desse custo, deve-se analisar com cuidado o trajeto a ser feito pelos veículos de carga até chegarem ao canteiro de obras. Embora esse encargo fique por conta do fabricante da estrutura, o responsável pela contratação do serviço deve ficar bem atento ao detalhe pois as dificuldades de transporte, após iniciada a obra, irão gerar custos que dificilmente serão absorvidos apenas pelo fornecedor da estrutura pré-fabricada. O canteiro de obra, inclusive, deverá ser muito bem projetado para possibilitar a entrada dos veículos até local que possibilite a descarga dos materiais. Dificuldades de descarga e impossibilidade de transporte por meio de guias da obra podem acarretar perdas de tempo consideráveis por conta de atrasos cumulativos em outros serviços que dependem da estrutura.

Custos: Por mais óbvio que possa parecer, o fator “custo” numa obra precisa ser comentado e avaliado. Evidentemente, para quem paga, o custo é um dos principais fatores de decisão. Mas deve-se avaliar cuidadosamente a composição de custos específicos de cada obra, levando-se em conta os custos diretos e os custos e despesas indiretas, além da influência dos encargos sociais e impostos incidentes. Os custos indiretos dependem do tempo de duração da obra, pois tem-se despesas que incidirão apenas no tempo de duração da obra (engenheiro residente, encarregado, mestre de obras, despesas administrativas, segurança, mobiliário, mobilização de pessoal e outras), razão pela qual há uma grande preocupação por parte das construtoras em reduzir tempo de obra.

Ao se optar por estruturas pré-fabricadas, em geral o tempo de obra sofre considerável redução e os custos diretos aumentam. O ponto de equilíbrio para subsidiar a tomada de decisão deverá ser encontrado com a realização de orçamentos comparativos. Dependendo do tipo de obra e da experiência da construtora naquela tipologia, essa decisão é mais rápida. Entretanto, para obras que fogem do convencional, necessário se faz o estudo minucioso do caso e avaliações mais aprofundadas.

Mão de obra especializada: este é um fator de alta influência na tomada de decisão sobre o sistema estrutural a adotar. Quando se opta por estruturas metálicas ou pré-moldadas em concreto, em quase todos os casos, a empresa que vende o serviço faz também a montagem. Por determinação legal, esses serviços devem ser acompanhados por um responsável técnico (engenheiro), o qual deverá emitir documentos comprovando a realização de tal serviço. Entretanto, no sistema em Alvenaria Estrutural, o proprietário da obra compra os blocos (concreto ou cerâmicos) e os operários fazem o assentamento de acordo com o projeto. Esse sistema, diferente do sistema em Concreto Armado Convencional, requer operários com maior nível de especialização, pois as tolerâncias de norma são muito rígidas quanto ao prumo e nivelamento, além da precisão no assentamento de cada peça, o que demanda obediência rigorosa ao projeto. Nem todas as regiões contam com esse nível de mão de obra, e deve-se considerar ainda o agravante de que nos últimos anos tem ocorrido a redução de mão de obra na construção civil em todos os tipos de serviço. Assim, um determinado sistema estrutural adotado por ser o mais viável (“no papel”), pode ser comprometido se não houver a disponibilidade de mão de obra especializada. A figura 9 apresenta graficamente uma pesquisa de opinião sobre a falta de mão de obra, publicada pela REVISTA GRANDES CONSTRUÇÕES (2011), trazendo um panorama das expectativas dos empresários do setor sobre o assunto.



**FIGURA 9: PESQUISA DE OPINIÃO SOBRE A FALTA DE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA**  
**FONTE: REVISTA GRANDES CONSTRUÇÕES (2011)**

Condições ambientais: Alguns sistemas estruturais podem em muitos casos ser descartados apenas considerando-se as condições ambientais. O caso mais explícito é o das estruturas metálicas construídas em ambientes com agressividade marinha (regiões banhadas pelo mar possuem altas taxas de cloretos na atmosfera, que agredem o aço). Há casos de obras situadas em (ou próximas) a fábricas de fertilizantes, que possuem elementos químicos como carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio enxofre, boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício, cobalto (BNDES, 2013) que podem também causar corrosão de aços.

Ainda no caso de municípios litorâneos, os custos de revestimentos de edificações precisam ser cuidadosamente aferidos por conta da necessidade de se prover os edifícios de proteções mais espessas ao concreto ou usando revestimentos de fachada apropriados para tal finalidade.

Indústrias químicas, onde se tem a presença de ácidos e cloretos na atmosfera, demandam custos altos para a proteção de elementos estruturais. Em geral as estruturas em concreto são mais usadas nesses locais por gerarem custos diretos menores de revestimento e manutenção.

## **3.2. TIPOS DE SISTEMAS ESTRUTURAIS E SUA EVOLUÇÃO AO LONGO DO TEMPO**

### **3.2.1. Estruturas Autoportantes**

Tratam-se de estruturas em que as próprias paredes suportam pesos de lajes, e que não necessitam de vigas e pilares. As cargas são distribuídas das lajes para o topo das paredes, percorrem as paredes verticalmente, somam-se com as cargas no topo das paredes do pavimento inferior, e assim sucessivamente até chegarem linearmente nas vigas de fundação e serem distribuídas ao solo. Hoje largamente utilizado em edificações de quatro pavimentos, esse tipo de sistema estrutural proporciona economia de materiais e gera poucas perdas, porém necessita de mão de obra mais especializada.

Ao longo do tempo os materiais usados em alvenaria estrutural foram se alternando, desde pedras naturais, até tijolos cerâmicos maciços aos blocos de concreto

e cerâmicos furados nos dias de hoje. A seguir são apresentados esses materiais e a sua utilização prática ao longo das últimas décadas.

### **3.2.1.1. Alvenaria em Pedras Naturais**

O uso de pedras naturais se difundiu, ganhando papel de relevo em numerosas edificações em grande parte do século XIX produzindo múltiplos exemplos de edificações em todo o país.

Esse sistema construtivo, embora proporcionasse construções com interessante aspecto estético e considerável solidez estrutural, mostrava como ponto fraco, da mesma forma que já havia sido constatado em outros países, a dificuldade e conseqüentemente a morosidade para se empreender uma construção, já que as pedras tinham enorme peso. Uma outra desvantagem da técnica de construção com pedras lapidadas era a grande espessura de paredes, o que colidia frontalmente com a necessidade de otimização de espaços sobretudo em grandes cidades onde a disputa por área já se constituía em fato real.

As cidades se ampliavam, requerendo melhorias nas edificações urbanas e exigindo maior compatibilidade entre o sentido estético e as mudanças econômicas e culturais da sociedade. São Paulo, em particular, se modernizava rapidamente. Muitas famílias fixavam residência no centro da cidade que, àquela época contava com considerável número de imigrantes em seu processo de desenvolvimento. Afirma OLIVEIRA (1990), que “a partir de 1.870 houve uma apressada transformação no tipo de sistema construtivo das edificações na cidade” e que “o Código de Posturas de 1.875 para a cidade de São Paulo já proibia a construção de ranchos de palha, capim ou sapé, abrindo-se assim a possibilidade para o desenvolvimento de um novo material, o bloco de argila”. Tinha início a fase da alvenaria de tijolos fabricados com argila e que viria a ser largamente difundido e pesquisado, com grande utilização até os nossos dias.

### **3.2.1.2. Tijolos cerâmicos maciços**

O tijolo cerâmico foi concebido, segundo AZEREDO (1977), “na dimensão exata da capacidade de trabalho manual do pedreiro: em uma das mãos ele segura

tranquilamente o tijolo e na outra a colher”. Os primeiros tijolos de barro queimado maciços tinham largura de 15 cm, compatível com a abertura da mão humana. Daí partiu a relação ideal entre o comprimento (que deveria ter duas vezes a largura) e a espessura, que precisaria ter a metade da largura, a fim de que a peça não ficasse com sobras nas amarrações e permitisse o alinhamento previsto. Evoluções aconteceram, e as experiências demonstraram que as dimensões iniciais dos tijolos eram um tanto grandes pois as peças ainda eram pesadas demais e isso acarretava menor velocidade na execução de paredes. Na década de 1.940 a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) aprovava normas fixando para a produção do tijolo de barro cozido dimensões de 5,5, 11 e 22, respectivamente espessura, largura e comprimento. Seu menor peso em relação àquele dos primeiros tijolos facilitava a construção das paredes e proporcionava maior versatilidade e agilidade no desenvolvimento das construções. A dimensão de largura de 11 cm em substituição aos 15 cm dos primeiros tijolos era um avanço no conceito de otimização de espaços, uma vez que ganhava-se 4 cm em dimensões internas de cômodos. Aparentemente insignificante, esse ganho em área representava muito quando se pensava em construções de edifícios de múltiplas habitações ou comerciais.

Da mesma forma, como ocorrera em outros países, a alvenaria com tijolos maciços também enfrentaria sérias restrições quando se pensava em construir edifícios de maiores alturas, pois nesses casos a alvenaria dos primeiros pavimentos tinha espessuras proibitivas, o que impossibilitava que se construísse, por exemplo, edifícios de apartamentos onde todas as unidades tivessem a mesma área interna. Na linha das alvenarias autoportantes, o próximo passo seria a implementação do tijolo cerâmico furado de dimensões 20 x 20 cm, em cujo assentamento se ganhava em termos de velocidade. Na sequência apareceu o bloco estrutural de concreto, que viria a permitir a construção de edifícios com espessuras de alvenaria iguais em todos os andares, tendo como variante a resistência à compressão dos blocos, maiores nos primeiros andares e menores nos últimos andares. Os primeiros blocos de concreto tinham dimensões de 20 x 40 x 20 cm (largura, comprimento e altura).



### **3.2.1.3.Blocos de Concreto**

A década de 1.970 foi, no Brasil, aquela na qual se empreenderam maiores esforços no desenvolvimento da alvenaria estrutural com blocos de concreto. Ele, entretanto, não viria a substituir o tijolo de barro, que continuaria a fazer parte e muito intensamente do universo das construções no país. Mesmo para fechamento de paredes em edifícios com estruturas convencionais em concreto armado os tijolos de barro cozidos continuaram a ser empregados.

Os blocos de concreto, entretanto, passariam a ter presença marcante como elemento estrutural autoportante. Tinham a favor a vantagem de proporcionar construções de grande porte com baixo consumo de madeira para formas. Os edifícios em alvenaria estrutural podem ser construídos sem necessidade de formas para vigas e pilares, excetuando-se as peças de fundação (vigas baldrame e blocos) e as lajes e escadas onde se utiliza alguma forma. OLIVEIRA (1990) cita no Manual Técnico de Alvenaria que na referida década de 1.970, “dezenas de prédios de doze e até dezesseis andares já haviam sido construídos no Brasil”, e que “órgãos governamentais financiadores de habitações populares já incorporavam a idéia da construção em alvenaria estrutural com blocos de concreto”.

A partir da constatação quase unânime entre os grandes pesquisadores da década de 1.970 de que tal sistema construtivo era de grande eficiência e aceitação, passaram os construtores a sentir necessidade de se aprofundar no assunto e de conhecerem mais detalhadamente aspectos relativos ao projeto (arquitetônico e estrutural) e detalhes construtivos (assentamento dos blocos, estudo dos demais materiais utilizados como argamassa de assentamento e graute, tolerâncias de alinhamento horizontal e vertical, patologia, conforto ambiental). A partir dessa demanda de questões inerentes ao assunto, formaram-se grupos de trabalho para que se munisse a ABNT de material suficiente para a elaboração de normas brasileiras. Vários profissionais empenhavam-se em pesquisar e ao mesmo tempo divulgar em empresas e escolas as vantagens do sistema. Enfatizavam esses pioneiros, que o sistema permitia maior liberdade nas operações construtivas, possibilitava a racionalização da mão-de-obra, associada à dispensa de

madeira, simplificava as armaduras e as instalações das redes elétricas e hidráulicas e tornava mais fácil o trabalho de controle nos canteiros de obra.

PEREIRA (1990) contribuiu para a solidificação da idéia da eficiência do sistema, aprofundando-se e divulgando o aspecto de “racionalização” inserido na importante obra “Manual Técnico de Alvenaria” da Associação Brasileira da Construção Industrializada (ABCI, 1990). De igual importância foi a contribuição de KURKDJIAN (1990) sob o enfoque do “cálculo estrutural” da alvenaria com blocos de concreto, inserido na mesma publicação.

Normas brasileiras foram editadas para que projetistas e construtores pudessem ter suporte técnico suficiente para trabalharem com o novo sistema. Importantes construções foram executadas e, como não poderia deixar de acontecer, as alturas de edifícios com alvenaria de blocos de concreto aumentariam. Inegáveis eram os argumentos e convicções dos pesquisadores e construtores de que o sistema era eficiente e confiável. Substituto do concreto armado convencional em muitos casos, o sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto ganharia grande espaço pois era forte aliado ao pensamento corrente de preservação da natureza graças à sua excelente performance com relação à otimização do uso da madeira.

Edifícios de apartamentos ou comerciais demonstram bom desempenho em aspectos relativos ao cronograma físico e ao custo final. Neste sistema, as várias etapas de construção de um edifício são superpostas. Quando se executa a concretagem da última laje do edifício, toda alvenaria de fechamento (que também é autoportante) já estará concluída. Também as instalações elétricas e hidráulicas embutidas já estarão prontas uma vez que elas devem ser colocadas simultaneamente à execução das paredes. Superposição de etapas demanda melhor planejamento construtivo. Daí entende-se que tal sistema exige um melhor “refinamento” técnico dos participantes dos projetos e dos elaboradores de planejamento de obra.

Ao longo da história dos sistemas construtivos desde os primórdios da humanidade tem-se observado claramente a contínua e fascinante luta do ser humano em buscar formas de se construir edificações que proporcionem razoável conforto ao

menor custo possível. No Brasil, como em outras partes do planeta, o sistema estrutural no qual se privilegia as “barras aporticadas” como elemento estrutural destinando à alvenaria o mero papel de fechamento e divisão também teve sua evolução.

### **3.2.2.Estruturas em Pórticos**

São estruturas em que as cargas são transmitidas das lajes para vigas, e destas para pilares. As cargas dos pilares vão se somando às cargas dos pilares dos níveis inferiores, e conduzidas de forma pontual às fundações e aí se distribuindo ao solo.

No Brasil a estrutura em pórticos mais utilizada ao longo do Século XX foi a de Concreto Armado Convencional, para edificações residenciais. Para construções industriais (que necessitam vãos grandes e leveza), as estruturas metálicas encontraram mais mercado.

#### **3.2.2.1.Estruturas em Concreto Armado**

O concreto armado teria surgido por volta de 1855 quando Lamblot construiu um barco com esse material até 1868 quando Joseph Monnier passou a construir em escala industrial vasos de flores e reservatórios de água. GUERRIN (1965) relata que importantes contribuições foram dadas ao assunto através das pioneiras construções de Hennebique (França e Bélgica).

Ainda segundo o autor, Coignet e Tedesco apresentaram em 1894 um primeiro estudo técnico teórico sobre concreto armado, tendo início a partir dessa data uma era de desenvolvimento que viria a se intensificar posteriormente. Cita ainda o autor, os trabalhos de Feret, Rabut, Harel de la Noe e Mesnager. Em 1906 uma comissão formada pelo “Ministère des Travaux Publics” da França elaborava o primeiro regulamento sobre concreto armado, e a partir daí o assunto passou a ser estudado em vários outros países. Assim o concreto armado, material formado através da consolidação entre concreto e aço, ganhou impulso e conquistou mercado com o passar do tempo.

O concreto passava, então, a ser uma excelente opção para a construção de edifícios de apartamentos e comerciais. Contava como vantagem a sua moldabilidade, o que na estrutura metálica tornava-se quase que impossível dada a rigidez de

padronização das peças. O concreto armado era mais adaptável às situações de improvisações em obras. Um encaixe, um reparo, uma modificação na forma geométrica de uma peça, procedimentos possíveis no concreto armado e quase sempre impraticáveis na estrutura metálica. Em países pouco desenvolvidos o concreto armado ganhou muito mais espaço que o aço devido a todos esses fatores. Os construtores adaptaram-se muito bem a esse material.

A ascensão do concreto armado foi rápida. Em todas as grandes cidades do mundo a verticalização foi marcante. Aumentava-se a altura dos edifícios e em todas as áreas da construção civil o concreto se fazia presente. Barragens foram construídas com esse material. Pontes em concreto armado e protendido, proporcionando bons resultados às solicitações estáticas e dinâmicas também foram construídas. Pisos, recebendo altas cargas dinâmicas e esforços de abrasão. Bases para equipamentos com grandes vibrações, absorvidas com eficiência pelo concreto. Pisos industriais em concreto armado, recebendo cargas pontuais e esforços de abrasão. Estádios, construções públicas, templos, residências e obras de diversas finalidades foram construídas utilizando estruturas em concreto armado cujas formas foram idealizadas e projetadas por grandes personalidades da arquitetura mundial. O concreto armado passou a ser um sistema construtivo marcante no pensamento dos arquitetos do século XX.

Entretanto, o concreto armado que parecia ser uma solução definitiva para todos os problemas da construção civil no início do século XX, passaria a sofrer grandes provas de sobrevivência. O alto consumo de madeira para as formas do concreto armado gradativamente pressionou a elevação dos custos finais das construções que utilizavam esse material.

Utilizado e pesquisado no país desde o início do século XX, o concreto armado ganhou espaço importante como elemento estrutural. Preenchendo lacunas e substituindo a alvenaria de tijolos de barro, foi ele um marco no desenvolvimento dos grandes centros urbanos. Com o êxodo rural e a industrialização os grandes centros foram rapidamente sendo ocupados. Os espaços gradativamente ficaram mais caros e

era premente a necessidade de verticalizar as construções, transformando as grandes cidades em verdadeiros laboratórios de testes para concreto armado.

Empresas especializadas em testes do material concreto armado foram criadas. Universidades investiram em laboratórios para dar suporte ao aprendizado do assunto, possibilitando a criação de cursos avançados sobre o tema. Grandes e reconhecidas obras de engenharia foram executadas em território brasileiro como a cidade de Brasília, a Usina Hidrelétrica de Itaipu, a Ponte Rio-Niterói, Rodovia dos Imigrantes e tantas outras.

O histórico inimigo do concreto armado, o alto consumo de madeira, nunca deixou de ser reconhecido pelos pesquisadores e construtores. À medida que evoluíam os métodos de projeto e as técnicas construtivas, preocupava-se com a busca em reduzir ao máximo possível a quantidade de madeira empregada. Ainda hoje, em obras nas quais se utiliza preferencialmente concreto armado (pontes, viadutos, galerias), utiliza-se sistemas pré-fabricados que consistem em vigas pré fabricadas protendidas e lajes em placas (para pontes e viadutos) e anéis pré fabricados (para galerias). Em construção de túneis, em lugar de formas de madeira curvas determinando o formato das paredes e teto do túnel, utiliza-se hoje o concreto projetado que dispensa as citadas formas de madeira.

Em construção de edifícios em concreto armado, poucas são as opções de se minimizar o consumo de madeira. Há a alternativa de se usar formas de chapas de aço, porém esse sistema somente é viável quando há padronização nas dimensões de vigas e pilares, o que não é comum em estruturas para edifícios residenciais. No concreto armado as vigas, lajes e pilares interagem formando um elemento com alta rigidez capaz de suportar os esforços advindos não apenas dos pesos próprios como também de elementos externos como o vento. Nessas circunstâncias, a inviabilidade de sistemas pré-fabricados parece óbvia pois para construções de grandes alturas não oferecem contribuição ao contraventamento. Esforços oriundos de ventos produzem deformações que passariam, no caso de estruturas pré-fabricadas, a se refletir em aparentes danos em ligações entre vigas e alvenaria ou entre pilares e alvenaria.

### **3.2.2.2. Estruturas Metálicas**

As estruturas metálicas têm o comportamento semelhante ao das estruturas em concreto armado, ou seja, são formadas por pórticos em que as cargas percorrem vigas e pilares até se dissiparem no solo através dos elementos de fundação. O que as diferencia das anteriores é o material.

Para edificações residenciais, objeto desta pesquisa, a estrutura metálica vem ganhando mercado de forma mais lenta que os outros sistemas estruturais como concreto armado, alvenaria estrutural e paredes em concreto. Restrições legais de normas de prevenção e combate a incêndios preveem, em alguns casos, a adoção de proteção passiva em estruturas metálicas de edifícios, o que eleva custos. Construções habitacionais em estruturas metálicas seriam mais viáveis com grande número de repetições, e esse ponto de equilíbrio precisa ser encontrado com base em muitos estudos de orçamentos.

## **3.3.MUDANÇAS NO CENÁRIO DA ENGENHARIA ESTRUTURAL**

### **3.3.1.A escassez de recursos naturais**

A utilização de recursos naturais na construção civil é consideravelmente alta. Alguns materiais são utilizados praticamente em seu estado natural (madeira, água), outros sofrem alterações e misturas (cimento, formado pela mistura de argila, calcário, sílica e outros), outros sofrem sofisticados processos de transformação (aço, derivado da rocha natural) e há ainda aqueles materiais cuja fabricação depende de processos mais complexos (plásticos, formados pela sintetização do petróleo).

Independentemente do material, vários danos aos recursos naturais ocorrem em três etapas distintas: extração, transformação e descarte.

Extração: pode ser definida como a fase em que o homem retira da natureza aqueles materiais de que necessita. A quantidade de materiais retirados aumenta quase que proporcionalmente ao aumento populacional do planeta e isso se reflete no custo dos materiais. A falta de reposição de recursos naturais extraídos pode levar o sistema ao colapso, e a construção civil utiliza uma grande gama de recursos em que a reposição é

muito lenta (por exemplo a madeira que depende de plantio ou a água cuja produção segue um ciclo) ou praticamente inexistente (rochas e solo cuja formação ocorre na própria velocidade de formação do planeta).

Transformação: é a fase em que o material bruto sofre processos para poder ser utilizado pelo homem. Nesses processos, cuja sistemática depende de cada material específico, há liberações de poluentes que, se não tratados, podem causar interferências sérias ao ambiente. A transformação de rocha em aço consome materiais combustíveis para aquecimento de fornos, e conseqüentemente libera poluentes; a indústria cimenteira igualmente depende de energia para realizar a transformação dos materiais básicos (argila, calcário, sílica e outros); o corte de madeira pode gerar resíduos que, se não reutilizados, são descartados; a fabricação de plásticos e outros sintéticos depende de energia e libera poluentes;

Descartes: considera-se nessa fase apenas os descartes que ocorrem após a utilização efetiva na construção civil. Materiais originados de demolições, com as mais variadas origens (pétreas, metálicas, sintéticas) são lançados diariamente em caçambas de entulhos de obras. Em alguns casos há separação e reutilização. Os materiais de origem pétreo (tijolos, argamassas, concretos) podem ser moídos e reutilizados como agregados para formação de argamassas; os materiais metálicos podem ser encaminhados a centrais de coletas e enviados a siderúrgicas para reutilização. Os materiais sintéticos (plásticos, borrachas, acrílicos) constituem-se em grandes problemas em função da maior dificuldade de reutilização.

Em todas as fases descritas o ramo da construção civil tem forte participação. Decorre daí a afirmativa de que é necessário a otimização dos recursos naturais, consumindo menores quantidades para reduzir a extração, reduzindo o consumo de energia na transformação e também o volume de material descartado. À medida em que se busca alternativas de sistemas construtivos sustentáveis, pode-se contribuir com esses objetivos.

### **3.3.2.O esgotamento da oferta de mão de obra**

Em todas as atividades industriais a mão de obra qualificada tem importância fundamental. Na construção civil não é diferente e a falta de mão de obra agrava o cenário à medida em que aumenta a demanda de serviços.

Segundo pesquisa da CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDUSTRIAS – C.N.I. (2011), “sete em cada dez empresas industriais brasileiras afirmam que a escassez de mão de obra qualificada prejudica a competitividade”, e a consequência disso é que “a busca de eficiência e a redução de desperdício acabam sendo as atividades mais prejudicadas nas empresas, o que resulta em potenciais problemas de qualidade, custos mais elevados e lucros menores”.

A escassez de mão de obra na construção civil também é percebida pela FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – F.I.E.S.P (2012), que através do Deconcic (Departamento da Indústria da Construção da Fiesp), afirma que “a construção civil tem um grande problema de mão de obra e as previsões são relativamente pessimistas”. De acordo com a entidade, o problema poderá ser resolvido agindo-se em três eixos principais:

- a) Revalorização dos funcionários da construção civil, em todos os níveis hierárquicos;
- b) Unificação dos métodos de ensino e capacitação profissional;
- c) Iniciativas para financiar a capacitação profissional. Os empresários ofereceriam algum tipo de prêmio aos funcionários por conta de qualificação e em contrapartida a FIESP reivindicaria que o governo não onerasse essas premiações em folha de pagamento.

Em 2008 havia uma perspectiva de crescimento irreal na construção civil, cenário que perdurou até 2010, ano em que se detectou vários casos de atrasos de obra devido à falta de trabalhadores, segundo a CAMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL – C.B.I.C. (2013). Nesse período as empresas da área tinham como maior preocupação a escassez de mão de obra, o que resultou na busca por treinamento de pessoas para atender as necessidades imediatas. Em função dessa procura por qualificação, muitas

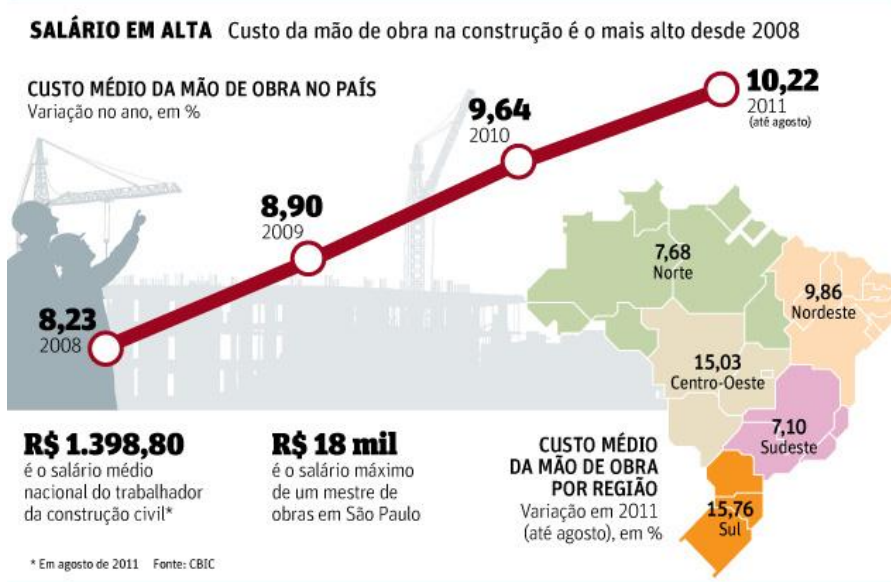


empresas construtoras resolveram seus problemas imediatos e puderam estabelecer quadros de funcionários melhor capacitados e ambientados a novas tecnologias.

O ritmo de obras desacelerou entre os anos de 2011 e 2012 e aquelas construtoras que haviam conseguido se equilibrar nos anos anteriores acabaram, por fim, ajustando seus quadros de funcionários. Restou, entretanto, uma nova preocupação quanto aos índices de queda de negócios imobiliários. Segundo sondagem feita mensalmente pela FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – F.G.V. (2013), o item “preocupação que mais perde espaço entre os empresários do setor” foi apontado como a maior limitação aos negócios por 34% dos entrevistados, considerando-se tanto mercado imobiliário como infraestrutura. De acordo com a pesquisa, ainda que os 34% dos entrevistados apontassem o fato como “preocupante”, esse percentual vinha caindo ano após ano (em março de 2011 era de 44% e em março de 2012 era de 41%). O item que vinha tendo o maior crescimento de “preocupação” do empresariado, ainda segundo a sondagem, era o da demanda fraca de obras, que passou de 11% em março de 2011 para 20% em março de 2013.

O saldo total entre admissões e demissões em todos os segmentos da economia brasileira foi 35% menor nos 12 meses até fevereiro de 2012 (entre março de 2011 a fevereiro de 2012), enquanto que a queda apenas na construção foi de 51%, segundo dados do CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS – C.A.G.E.D. do Ministério do Trabalho (2013). Isto significa que houve um melhor saldo de permanência no trabalho de operários da construção civil, se comparado com a medição de todos os segmentos da economia.

No ano de 2011 o C.B.I.C divulgou pesquisa mostrando as variações de custo da mão de obra no país, indicando forte crescimento desde 2008, conforme mostrado na Figura 10



**FIGURA 10: EVOLUÇÃO DOS SALÁRIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**  
FONTE: CBIC (2011)

Pesquisa semelhante realizada pela FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – F.G.V. (2012) mostra a variação do I.N.C.C.-M (Índice Nacional da Construção Civil, médio) entre abril de 2011 e abril de 2012, indicando alta de 11,76% no período para o custo da mão de obra, contra 4,06% de aumento em materiais e equipamentos e 5,3% para serviços. Nesse período o I.N.C.C.-M ficou em 7,94%. Ou seja, o item mão de obra teve variação de custo acima do índice médio entre todos os seus componentes no período (figura 11).



**FIGURA 11: VARIAÇÃO DO INCC-M E SEUS COMPONENTES**  
FONTE: FGV; VALOR ECONÔMICO (2012)

Todos os números aparentemente apontam para uma afirmação quase unânime na área da construção civil brasileira: o setor precisa reduzir a dependência da mão de obra. A figura 11 mapeia claramente a situação e aponta as tendências para o futuro, ou seja, o percentual de aumento do custo de mão de obra é maior que o percentual para materiais, equipamentos e serviços (somados). Uma das formas de se minimizar o problema é o investimento em novas tecnologias que possibilitem a redução dessa dependência.

### **3.3.3.Elaboração de orçamentos e controle de custos na construção civil**

Uma das mais importantes fases de todo o processo entre a concepção de um empreendimento habitacional e sua ocupação pelos compradores é a elaboração dos orçamentos. Com base nos orçamentos, e principalmente na fase de obra, quando ocorrem os maiores desembolsos, faz-se o controle de custos. A má gestão dessas duas fases pode inviabilizar todo o processo.

#### **3.3.3.1.Tipos de Orçamentos**

Pode-se definir orçamento como “a determinação do custo de uma obra antes de sua realização”. Há várias formas de se elaborar um orçamento, e cada forma depende dos dados que se dispõe no momento.

##### **a) Orçamento por Estimativas**

Nesta modalidade pouco ou quase nada se conhece sobre o projeto arquitetônico básico da obra em questão. O orçamento estimativo é feito geralmente no início da “ideia” de se lançar um empreendimento. É o momento em que o empreendedor, ou investidor, de posse de uma área, manifesta o desejo de empreender algo naquele local, e para que tenha uma noção aproximada do investimento, lança mão do recurso de coletar informalmente valores estimativos para basear seu planejamento.

Em empreendimentos habitacionais de características conhecidas e consideradas normais (sem muitos detalhes arrojados de arquitetura), pode-se recorrer a índices oferecidos publicamente, via internet, por instituições de pesquisa de custos como SINDUSCON (SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL), que calcula mensalmente o C.U.B. (custo unitário básico), para as várias tipologias de construção

como por exemplo R1B (residencial, um pavimento, padrão baixo) ou R8N (residencial, oito pavimentos, padrão normal) e várias outras tipologias. Para cada tipologia a tabela mostra os percentuais incidentes de material, mão de obra e administração. O SINDUSCON apresenta também as variações e a composição completa dos Encargos Sociais incidentes sobre a mão de obra.

A Tabela 2 mostra como exemplo os CUB's no Estado de São Paulo de janeiro a junho de 2014 com os devidos detalhamentos.

**TABELA 2: CUB PADRÃO R8-N**

**FONTE: SINDUSCON SP; FGV-PROJETOS (2014)**

Custo da construção no Estado de São Paulo - 2014 - padrão R8-N												
Mês	R\$/m <sup>2</sup>				Índice - Base Fev/07=100				Variação %			
	Global	Mão-de-obra	Material	Adm	Global	Mão-de-obra	Material	Adm	Global	Mão-de-obra	Material	Adm
Jan	1.100,08	634,17	433,30	32,61	158,28	181,28	132,61	176,84	0,05%	0,03%	0,04%	0,52%
Fev	1.102,65	635,69	434,35	32,61	158,65	181,71	132,93	176,84	0,23%	0,24%	0,24%	0,00%
Mar	1.103,49	636,40	434,48	32,61	158,77	181,91	132,97	176,84	0,08%	0,11%	0,03%	0,00%
Abr	1.105,20	636,58	436,01	32,61	159,02	181,96	133,44	176,84	0,15%	0,03%	0,35%	0,00%
Mai	1.124,14	650,35	440,25	33,54	161,74	185,90	134,74	181,89	1,71%	2,16%	0,97%	2,85%
Jun	1.155,23	677,25	442,81	35,17	166,21	193,59	135,52	190,73	2,77%	4,14%	0,58%	4,86%
Jul												
Ago												
Set												
Out												
Nov												
Dez												

Fonte: SindusCon-SP; FGVprojetos

Com base nos valores da Tabela 2, por estimativa, pode-se chegar ao valor de custo direto de uma edificação sabendo-se a área construída.

Tal custo, porém, representa um valor aproximado que não leva em conta determinadas especificidades da obra, portanto não deve servir de base para formalizações contratuais. A construtora não pode assumir a responsabilidade de executar uma obra apenas com o orçamento estimativo. Para se chegar a valores mais próximos pode-se utilizar os orçamentos sintéticos, mas para isso deve-se ter em mãos os anteprojetos complementares (estruturas e instalações) que, mesmo não concluídos, podem servir como parâmetro para cálculo de quantitativos.

### **b) Orçamento Sintético**

Trata-se de uma modalidade de orçamento mais precisa que a anterior, mas necessita de projetos de arquitetura e complementares, mesmo que não estejam completamente detalhados.

Nessa modalidade determina-se quantitativos de cada fase da obra e busca-se preços compostos (material + mão de obra) em revistas especializadas em construção. Para facilitar a busca em revistas, pode-se elaborar a planilha orçamentária com base em itens padronizados em uma publicação já consagrada no Brasil, a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos da Editora Pini, TCPO14 (2012). A própria editora oferece revistas cuja sistemática de busca é integrada à TCPO.

Neste tipo de orçamento obtém-se valores parciais para cada item da obra, portanto é possível a elaboração de cronogramas físico financeiro, mas não se pode quantificar materiais para compra. Assim sendo, nessa modalidade também não é possível realizar controles de estoque e planejamento de compras, apenas o controle de desembolso mensal ou semanal.

O orçamento sintético também não deve servir de base para formalizações contratuais, uma vez que as especificações corretas de cada material não podem ser feitas devido à falta de projetos detalhados.

A Tabela 3 mostra um exemplo de cálculo de valor parcial para a etapa de execução de alvenaria:

**TABELA 3: EXEMPLO DE CÁLCULO DE VALOR EM ORÇAMENTO SINTÉTICO**

<b>SERVIÇO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>R\$ UNIT.</b>	<b>R\$ TOTAL</b>
ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO 19X19X39	120	m2	60,00	7200,00

### **c) Orçamento Analítico**

A forma mais precisa de orçamento é aquele elaborado com base em projetos executivos detalhados. Os projetos executivos permitem que se obtenha todos os quantitativos com precisão, as especificações, o padrão e se possível até a marca do fabricante de cada produto. Nessa linha de procedimento, o orçamento atinge um nível

de precisão muito alto, com valor total e valores parciais exatos. Permite elaborar contratos de prestação de serviços com base em informações claras. O orçamento elaborado com tal nível de precisão é chamado por vários autores de “Orçamento Analítico”.

Elaborando as planilhas orçamentarias com base nos procedimentos indicados pela TCPO14 (2012), obtém-se custos separados de materiais e mão de obra e também os quantitativos de cada material componente do item, bem como a quantidade de horas de cada trabalhador envolvido no item. Com a separação dos custos em material e mão de obra, é possível também determinar os encargos sociais sobre a mão de obra, que é a composição de leis sociais (impostos sobre o custo da mão de obra) mais os valores percentuais de conquistas sindicais regionais e também os benefícios oferecidos pela própria empresa por conta própria. Pode agregar também aqueles itens referentes a equipamentos de segurança e os riscos climáticos, além dos riscos inerentes às dificuldades da obra em questão.

O quadro de encargos sociais também é disponibilizado mensalmente pelo Sinduscon SP. A Tabela 4 apresenta como exemplo a descrição dos encargos sociais de janeiro de 2014.

**TABELA 4: ENCARGOS SOCIAIS JANEIRO 2014**  
**FONTE: SINDUSCON SP**

**Encargos Sociais – Janeiro/14**

<b>A - Encargos Sociais Básicos</b>		
A1	INSS	20,00%
A2	FGTS	8,00%
A3	Salário Educação	2,50%
A4	Sesi	1,50%
A5	Senai e Sebrae	1,60%
A6	Incra	0,20%
A7	Seguro contra riscos e acidentes	3,00%
A8	Seconci	1,00%
<b>Total Grupo A</b>		<b>37,80%</b>
<b>B - Encargos que recebem incidência de A</b>		
B1	Repouso semanal remunerado	18,13%
B2	Feridos	4,91%
B3	Férias + 1/3	15,10%
B4	Auxílio Enfermidade e Acidentes de Trabalho	2,58%
B5	13º Salário	11,33%
B6	Licença Paternidade	0,13%
B7	Faltas justificadas por motivos diversos	0,76%
<b>Total Grupo B</b>		<b>52,93%</b>
<b>Grupo C = (A*B)</b>		<b>20,01%</b>
<b>D - Encargos ligados à demissão do trabalhador</b>		
D1	Aviso prévio	11,56%
D2	Depósito por despedida injusta	3,08%
D3	Indenização adicional	0,78%
D4	Adicional Lei Complementar 110/01	0,77%
<b>Total Grupo D</b>		<b>16,18%</b>
<b>Grupo D' = (A-A2-A8)*D1</b>		<b>3,33%</b>
<b>E - Outros</b>		
E1	Dias de chuva e outras dificuldades	1,50%
E2	Almoço	20,53%
E3	Jantar	3,72%
E4	Café da manhã	8,14%
E5	Equipamento de segurança	6,14%
E6	Vale-transporte	5,48%
E7	Seguro de vida e acidentes	0,44%
<b>Total Grupo E</b>		<b>45,95%</b>
<b>Total A + B+ C+ D + D' + E</b>		<b>176,19%</b>

Usando novamente um exemplo de execução de alvenaria em blocos de concreto, a Tabela 5 apresenta uma sugestão de composição de preços, indicando os consumos de cada material, as horas de mão de obra e os encargos sociais para execução de 1 m<sup>2</sup> de alvenaria.

**TABELA 5: EXEMPLO DE ORÇAMENTO ANALITICO**

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ANALÍTICA						
ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO 14X19X39						
COMPONENTES	CONSUMOS	UNIDADE	R\$ UNITARIO	R\$ MATERIAL	R\$ M.O.	R\$ TOTAL
Cimento	2,05	kg	0,60	1,23		
Cal	0,49	kg	0,50	0,25		
Areia	0,016	m3	85,00	1,36		
Bloco	14,5	unid	2,72	39,44		<b>42,28</b>
Pedreiro	0,75	h	8,45		6,34	
Servente	0,88	h	6,47		5,69	<b>12,03</b>
Leis Sociais	136	% sobre MO				<b>16,36</b>
				<b>TOTAL DO ITEM</b>		<b>70,67</b>

### 3.3.3.2. Detalhamento de um orçamento

Para se chegar ao preço de venda de uma obra (aquele valor que efetivamente o investidor irá desembolsar), há que se dimensionar os custos, as despesas, os impostos e os lucros. Em decorrência desses cálculos, obtém-se o percentual de BDI (benefícios e despesas indiretas), índice que serve de referência para correções e controle de custos durante a execução da obra.

**Custos Diretos de Materiais:** São os valores efetivamente pagos ao fornecedor no momento da compra. Para sua quantificação deve-se considerar as eventuais perdas durante a utilização. Em geral os impostos e fretes incidentes sobre materiais já estão incluídos no valor a ser pago.

**Custos Diretos de Mão de Obra:** São os valores obtidos pelos produtos dos tempos para execução do item (horas) pelos salários respectivos.

**Encargos Sociais sobre a mão de obra:** São encargos exigidos pelas Leis Trabalhistas e Previdenciárias ou resultados de acordos sindicais. Dividem-se em quatro tipos: encargos básicos, encargos incidentes, encargos ligados à demissão e encargos complementares (outros) ainda conforme detalhado na Tabela 4

**Custos Indiretos:** São todos os custos da administração local (obra), do canteiro de obra e da mobilização e desmobilização da obra. Portanto são custos necessários



para a produção da edificação e que não estarão incorporadas na mesma. Não se deve confundir com despesas indiretas.

- Administração local: despesas com apoio técnico, administrativo e de supervisão no próprio canteiro de obras tais como vigilância, segurança, alugueis, despesas com água, luz, comunicação e placas; pessoal ligado diretamente à obra como engenheiros, mestres e encarregados; controle tecnológico, licenças e seguros.

- Canteiro de obra: despesas para instalação do canteiro de obras como preparação do terreno, cerca, muro, escritório da obra, vestiários, sanitários, cozinha, alojamento, oficina.

- Mobilização e desmobilização: despesas para preparação da infraestrutura operacional da obra e sua retirada no final do contrato, como transporte, carga e descarga de materiais; transporte, hospedagem e alimentação de pessoal que prepara a infraestrutura; aluguel de equipamentos para carga e descarga.

**Despesas indiretas:** São despesas necessárias à manutenção do negócio, e em geral crescem à medida em que a construtora assume novos contratos. A determinação dessas despesas é complexa, e normalmente os valores são rateados pelas obras em andamento. Os componentes dessas despesas em geral são administração central, despesas financeiras, despesas comerciais, tributos, riscos ou eventuais.

- Administração central: despesas com apoio técnico, supervisão e administração incluindo o relacionamento com clientes, fornecedores, bancos e outros. Mais especificamente pode-se considerar despesas com materiais e equipamentos de escritório, pessoal administrativo ligado diretamente à obra, comunicação, hospedagens, alimentação, contabilidade, diretoria, assessoria jurídica, rateio de despesas com aluguel do imóvel do escritório, manutenção do escritório, impostos e taxas gerais. Em resumo, essa despesa corresponde ao rateio dos custos da sede da empresa pelas obras em andamento.

- Despesas Financeiras: podem ser incluídos nessa previsão os custos decorrentes de previsão de atrasos em recebimentos, os juros de financiamento de equipamentos, os custos de estocagem de materiais.

- Despesas Comerciais: atividades de venda dos serviços como preparo de concorrências, viagens ao local da obra, montagem de “stands” de vendas, publicidade e corretagem.

- Tributos: valores que incidem sobre o faturamento ou lucro das empresas (federais) ou valores sobre prestação específica do serviço (ISS municipal).

- Riscos ou eventuais: percentual aplicado quando alguma incerteza ainda perdura sobre o orçamento. Um exemplo interessante é quando o cliente exige o orçamento global da obra mas o projeto de fundações ainda não está inteiramente concluído. Ou ainda, usando o mesmo exemplo, em determinados terrenos pode haver incerteza sobre as condições do subsolo, e uma eventual alteração de projeto pode ocorrer com a obra em andamento.

O cálculo do BDI (benefícios e despesas indiretas) é feito considerando-se todos os valores indicados acima. Sua obtenção é de extrema importância durante a elaboração do orçamento e também ao longo da execução da obra. Permite que se determinem valores parciais de cada item da obra, já acrescidos da taxa sobre o custo direto. À medida em que ocorrem alterações em quantitativos de um item, a planilha ajusta automaticamente aquele item, indicando o preço de venda parcial.

Se durante a obra ocorrerem alterações em quantitativos por solicitação do investidor, também nesses casos o BDI atua como ferramenta fundamental para se determinar preço de venda do item ajustado.

A Tabela 6 mostra como exemplo o cálculo do BDI de uma obra, aplicados valores hipotéticos para cada grupo de orçamento:

**TABELA 6: EXEMPLO DE CALCULO DE BDI**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	VALOR R\$	%
A	CUSTO DIRETO TOTAL	235500,00	
B	CUSTOS E DESPESAS INDIRETAS	59325,00	
	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	1245,00	
	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	52350,00	
	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	4500,00	
	ENCARGOS FINANCEIROS	1230,00	
C	CUSTO TOTAL (A+B)	294825,00	
D	IMPOSTO SOBRE O FATURAMENTO		9,00
E	LUCRO		10,00
F	TOTAL IMPOSTOS + LUCRO		19,00
G	PREÇO FINAL DE VENDA	363981,48	
H	PERCENTUAL DE BDI		54,56

Cálculo do Preço Final de Venda:  $G=C/[1-(F/100)]$  com resultado em Reais.

Cálculo do BDI:  $H=[(G/A)-1]*100$  com resultado em percentual.

Analisando a Tabela 6, conclui-se que:

- O preço de venda da obra é de R\$ 363.981,48
- O percentual de BDI é de 54,56%. Dessa forma, aplicando-se o mesmo percentual para cada item e subitem da obra, tem-se os preços de venda em separado.
- No custo direto total (A) estão inclusos custos diretos de material e mão de obra, e também os encargos sociais incidentes sobre a mão de obra.

### 3.3.4.Otimização do tempo e redução de custos e despesas indiretas

Dos exemplos mostrados anteriormente depreende-se uma conclusão clássica notada na indústria de uma forma geral: o tempo de duração de um serviço influencia diretamente no custo final do produto. Como exemplos pode-se citar:

- Quanto menor o tempo de duração da obra, menor será o desembolso com os custos indiretos e despesas indiretas;

- A manutenção de engenheiro residente, mestre de obras e encarregado numa obra gera um custo indireto fixo, o qual perdurará até o final da obra em questão. No momento em que estes profissionais passem a ser aproveitados em outra obra, esse custo automaticamente será atribuído à outra obra;

- Os custos com alojamento, refeição e deslocamento de pessoal e os custos de transporte de equipamentos para uma determinada obra acontecerão diariamente até o final da obra.

Extrapolando a mera análise do custo total de uma obra, pode-se verificar ainda mais a importância da redução de tempo quando se faz a análise do retorno de investimento principalmente numa obra comercial ou industrial. O investidor tem um capital a ser aplicado numa construção comercial, faz um planejamento de tempo de duração da obra e projeta o montante de lucro e a data em que começará a receber esse lucro. Esse cálculo possibilita prever em quanto tempo haverá o retorno do investimento, dado fundamental para decidir sobre a viabilidade do empreendimento.

Esse campo de análise é complexo, pois envolve uma quantidade alta de variáveis e avança para além dos objetivos deste trabalho. Voltando à avaliação do custo de obras, pode-se aplicar novamente um exemplo muito simples utilizando o mesmo quadro anterior simulando valores da seguinte forma:

Admitindo hipoteticamente que a obra em questão tenha um tempo de duração de 6 meses e que o custo direto seja o mesmo já indicado na linha "A" da Tabela 6, ou seja, R\$ 235.500,00 e supondo que o investidor peça para acelerar a obra e concluí-la em 5 meses. Nesse caso leva-se em conta que a mão de obra não sofrerá alteração em seu valor, supondo que para reduzir o tempo de 6 para 5 meses serão alocados mais operários. Para essa hipótese, admitindo-se que todos os outros itens do grupo "B" da Tabela 6, sofrerão redução devido ao menor tempo, resultando em valores iguais a  $5/6$  (cinco sextos) dos valores indicados no grupo "B" da mesma Tabela 6, tem-se como resultado os valores indicados na Tabela 7 a seguir:

**TABELA 7: SIMULAÇÃO DE CUSTO DE OBRA COM REDUÇÃO DE TEMPO DE 6 PARA 5 MESES.**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	VALOR R\$	%
A	CUSTO DIRETO TOTAL	235500,00	
B	CUSTOS E DESPESAS INDIRETAS	49437,50	
	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	1037,50	
	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	43625,00	
	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	3750,00	
	ENCARGOS FINANCEIROS	1025,00	
C	CUSTO TOTAL (A+B)	284937,50	
D	IMPOSTO SOBRE O FATURAMENTO		9,00
E	LUCRO		10,00
F	TOTAL IMPOSTOS + LUCRO		19,00
G	PREÇO FINAL DE VENDA	351774,69	
H	PERCENTUAL DE BDI		49,37

Comparando-se os quadros das figuras anteriores, pode-se verificar que:

- O custo direto total (A) foi mantido.
- Os custos e despesas indiretas caíram de R\$ 59.325,00 para R\$ 49.437,50
- O custo total passou de R\$ 294.825,00 para R\$ 284.937,50
- O preço de venda caiu de R\$ 363.981,48 para R\$ 351.774,69
- O BDI passou de 54,56% para 49,37%

Assim sendo, o preço de venda (que efetivamente o investidor irá desembolsar) sofre redução. Se for uma obra comercial ele (investidor) terá o retorno do capital com 1 mês de antecedência, e a medição desse capital retornado fica por conta das especificidades de cada negócio.

O exemplo citado acima é apenas um dentre vários possíveis. O custo direto total também pode ser diminuído à medida em que se utilizem técnicas construtivas que reduzam a quantidade de horas trabalhadas. Mecanização e automatização de serviços na construção civil são algumas alternativas. Sistemas e métodos construtivos inovadores certamente colaboram com a redução dos custos.

### **3.4.TENDÊNCIAS PARA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS ESTRUTURAIS**

Nos dias atuais, o cenário dos sistemas estruturais aponta para algumas tendências, dentre as quais: elementos pré-fabricados; elementos moldados em canteiro de obras; sistemas otimizados de formas; fornecimento de armadura cortada, dobrada e montada.

#### **3.4.1.Elementos pré-fabricados**

A utilização de estruturas pré-fabricadas mostra-se como forte tendência de mercado. Pode-se definir pré-fabricados como sendo “elementos fabricados em indústria, fora do local de implantação na obra”, ao contrário de elementos pré-moldados, que são aqueles moldados no próprio canteiro de obras e transportados ao local específico de implantação.

Em geral as estruturas pré-fabricadas são projetadas com articulação nos vínculos entre vigas e pilares, havendo possibilidade de engastamentos entre lajes com barras de aço dispostas no capeamento de concreto, enquanto que os elementos de fundação em geral são engastados.

Dadas as características de vinculação, em geral não são usuais para estruturas de grande altura em razão da alta deslocabilidade nas situações de verificação de deformações devidas ao vento. Porém, sua utilização ganha grande espaço em construções comerciais e industriais com grandes áreas construídas e pouca altura.

Construções de galpões industriais, obras de Shopping Centers e outras importantes construções comerciais tem requisitado esse sistema construtivo, a exemplo do estacionamento vertical de veículos com área construída de 74.000 m<sup>2</sup> mostrado na Figura 12.



**FIGURA 12: ESTACIONAMENTO VERTICAL DE VEÍCULOS EM BETIM (MG)**  
**FONTE: BRASIL ENGENHARIA (2014)**

Em relação aos custos, deve-se verificar cada situação específica. As construções pré-fabricadas costumam ter custos diretos maiores que as convencionais em concreto armado, porém os custos indiretos são reduzidos em função do tempo de obra.

Para a adoção do sistema em estruturas pré-fabricadas deve-se verificar cuidadosamente as condições do canteiro de obras (se há espaços disponíveis para movimentação dos elementos pré-fabricados) e as condições de acessos à obra (ruas estreitas, por exemplo).

Importantes iniciativas governamentais foram realizadas no Brasil em décadas passadas na área educacional, com a construção de unidades escolares utilizando estruturas pré-fabricadas. Pode-se citar dentre elas o projeto dos CAIC's (Centro de Atenção Integral à Criança), que previa, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 1995) a construção de 5.000 unidades escolares a partir do ano de 1990. Um exemplo de prédio do CAIC é apresentado, em imagem, na Figura 13.



**FIGURA 13: CAIC DE CARUARU (PE)**  
**FONTE: JORNAL DE CARUARU (2014)**

No Rio de Janeiro foram construídos os CIEP'S (Centro Integrado de Educação Pública), com estruturas pré-fabricadas em concreto, com a proposta de se reduzir custos com a solução, conforme exemplo mostrado na figura 14. Foram construídas 506 unidades entre as décadas de 1980 e 1990, segundo CAVALIERI (2014).



**FIGURA 14: CIEP 461**  
**FONTE: INSTITUTO HISTORIAR (2014)**



### **3.4.2.Elementos moldados em canteiro de obra**

Entende-se por elementos moldados em canteiro de obra, aquelas estruturas em que as peças são moldadas no próprio local de implantação, em “fábrica” provisória construída especificamente para a produção daquela obra em questão.

Nestes casos, monta-se uma estrutura na qual é possível fabricar as peças (vigas, pilares, blocos, paredes) e transportá-las ao local definitivo por meio de equipamentos de elevação.

Neste sistema pode-se economizar custos do processo de fabricação e fretes, se comparado com o método de elementos pré-fabricados. Possibilita também controlar o processo de fabricação das peças, eliminando a dependência dos prazos de entrega caso a opção fosse em pré-fabricados. A figura 15 apresenta um exemplo, em imagem, da construção de edificação usando o sistema de paredes em concreto.



**FIGURA 15: CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EM CONCRETO**  
**FONTE: ABESC (2013)**

#### **3.4.2.1. Projeto: Normas e recomendações.**

O sistema de execução de paredes (painéis) de concreto moldadas em canteiro de obras tem sido muito empregado na construção de edifícios. Recentemente foi publicada a Norma ABNT NBR 16055:2012 (Parede de concreto moldada “in loco” para

a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos), que define os parâmetros para dimensionamento de edifícios com qualquer forma e altura. Antes da norma a produção já existia, mas a partir dela, segundo WENDLER (2012) “a expectativa é que o mercado de construtoras absorva ainda mais a tecnologia e ela ganhe mercado”.

De acordo com a norma, os concretos que podem ser utilizados para o sistema são:

Tipo “L1” Concreto celular, resistência mínima à compressão  $F_{ck}=4\text{MPa}$

Tipo “L2”: Concreto com agregado leve, resistência mínima à compressão  $F_{ck}=20\text{MPa}$

Tipo “M”: Concreto com ar incorporado, resistência mínima à compressão  $F_{ck}=6\text{MPa}$

Tipo “N”: Concreto normal, resistência mínima à compressão  $F_{ck}=20\text{MPa}$

Nota: As classes L1 e M só podem ser utilizadas para paredes de concreto em construções de até dois pavimentos.

Adota-se algumas premissas básicas para o projeto de estruturas com paredes em concreto (WENDLER, 2012):

- comprimento da parede maior ou igual a oito vezes a sua espessura;
- espessura da parede maior ou igual a 10 cm, sendo que nas construções com até dois pavimentos podem ser utilizadas paredes com espessura maior ou igual a 8 cm;
- paredes predominantemente comprimidas com excentricidade geométrica nula;
- resistência característica à compressão no concreto ( $F_{ck}$ ) menor ou igual a 40 MPa.

#### **3.4.2.2. Execução: Formas, armações, mão de obra e custos**

Segundo a ABESC (2013) a tecnologia de Paredes de Concreto é um método construtivo ágil e indicado para obras de todos os portes, e que proporciona redução de custos, rapidez de execução e aumento de qualidade. O sistema oferece versatilidade, baixa manutenção e flexibilidade arquitetônica.

Outras vantagens são a redução dos desperdícios, limpeza da obra e paredes com excelente planicidade das superfícies, permitindo receber diretamente a pintura.

As formas podem ser metálicas, mistas de metal com madeira, ou plásticas, com as seguintes composições (ABESC, 2013):

- fôrmas metálicas (quadros e chapas em alumínio ou aço);
- fôrmas metálicas + compensado (quadros em alumínio ou aço e chapas de madeira compensada ou material sintético);
- fôrmas plásticas (quadros e chapas de plástico reciclável contraventadas por estruturas metálicas).

Nas figuras 16 e 17 exemplifica-se um processo de fabricação de formas e montagem em obra.



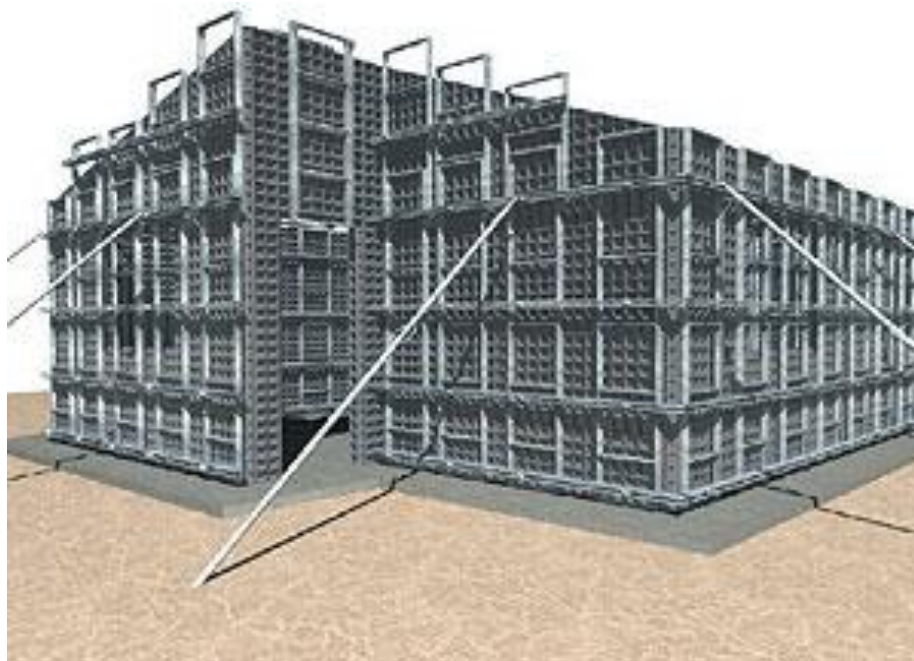
**FIGURAS 16 E 17: MONTAGEM DE PAINÉIS EM OBRA; FABRICAÇÃO INDUSTRIALIZADA DE PAINÉIS. FONTE: HPF ENGENHARIA**

A COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2013) recomenda a avaliação de alguns aspectos para escolha do melhor tipo de forma para paredes em concreto (Figura 18):

<b>10 DICAS PARA ESCOLHER AS FÔRMAS</b>	
Ao escolher o sistema de fôrmas, considere os seguintes aspectos:	
1.	Produtividade da mão-de-obra na operação do conjunto.
2.	Peso por m <sup>2</sup> dos painéis.
3.	Número de peças do sistema.
4.	Durabilidade da chapa e número de reutilizações.
5.	Durabilidade da estrutura (quadros).
6.	Modulação dos painéis.
7.	Flexibilidade diante das opções de projetos.
8.	Adequação à fixação de embutidos.
9.	Análise econômica e comercialização (locação, venda, leasing etc.).
10.	Suporte técnico do fornecedor (capacidade instalada, área de cobertura, agilidade de atendimento, oferta de treinamento e assistência técnica).

**FIGURA 18: ASPECTOS IMPORTANTES PARA ESCOLHA DAS FORMAS**  
**FONTE: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2013)**

As armações normalmente são feitas em tela soldada, posicionadas no eixo vertical da parede. Vãos de portas e janelas devem receber reforços de barras convencionais. De acordo com o projeto, para edifícios altos as paredes podem receber duas camadas de telas verticais. A figura 19 apresenta exemplo de montagem de forma para o sistema de paredes em concreto.



**FIGURA 19: FORMAS PLÁSTICAS, CONJUNTO PRONTO PARA CONCRETAGEM**  
**FONTE: REVISTA TECHNE (2013)**

Quanto à mão de obra, uma das principais características do sistema de acordo com a ABESC (2013), é que as empresas que já o adotam, realizam treinamento para os funcionários de forma que eles atuem como operários multifuncionais, executando todas as tarefas necessárias como armação, instalações elétricas e hidráulicas, montagem das formas, concretagem e desforma. Esse recurso racionaliza os serviços e reduz tempo, conseqüentemente custos.

Os levantamentos de custos para o sistema de paredes em concreto seguem o mesmo padrão dos outros sistemas. Para este assunto a COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2013) publicou um material sobre “parametrização de custos” que trata da simulação de orçamentos de edifícios com alvenaria estrutural, concreto armado convencional e paredes em concreto.



## **CAPÍTULO 4: METODOLOGIA DA PESQUISA**

### **4.1.DESCRICÃO DA FORMA DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

O Estudo de Caso objeto desta pesquisa consiste num conjunto de 8 edifícios residenciais de 8 pavimentos, em processo de construção sob responsabilidade da “JBS Construtora e Serviços”

Localizado à Rua “A”, 370, Bairro Chácara Lusa, no município de Rio Claro, Estado de São Paulo, o referido empreendimento teve a participação deste autor na fase de projetos, e vem sendo construído no sistema de alvenaria estrutural.

O desenvolvimento da pesquisa é feito da seguinte forma:

- a) Apresentação do Projeto Arquitetônico Básico;
- b) Apresentação dos Projetos Estruturais;
- c) Quantificação de materiais e mão de obra; elaboração de planilhas orçamentárias;
- d) Comparações de custos diretos; simulações de custos com variação de tempo e repetição de unidades residenciais.

Os projetos estruturais, no escopo desta pesquisa, têm variação para sistema em alvenaria estrutural (o mesmo que está sendo adotado na construção real), concreto armado convencional e paredes em concreto.

Na sequência é feito o levantamento de todos os quantitativos de materiais e mão de obra e elaboradas as planilhas orçamentárias. Tais planilhas são construídas com base nos parâmetros a serem obtidos pela TCPO14 (2012) da Editora PINI.

Planilhas orçamentárias detalhadas são construídas a partir dos dados obtidos. Com base nas planilhas de custos diretos, são realizadas simulações considerando repetição de quantidades de torres, para os três tipos de sistemas construtivos: ALVENARIA ESTRUTURAL, CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL e PAREDES EM CONCRETO. Considerou-se as hipóteses de 1, 4, 8 e 12 torres para cada sistema estrutural adotado.

Posteriormente é avaliada a questão do tempo de duração da obra. Foi adotado um tempo padrão para a construção do empreendimento em cada situação (1, 4, 8 e 12 repetições para cada sistema construtivo). Neste trabalho, nas planilhas orçamentárias, esse tempo também recebeu o nome de “Tempo Normal”, que pode ser definido como o tempo necessário para executar o edifício ou um conjunto de edifícios de maneira convencional, sem a adoção de quaisquer artifícios de planejamento de obra que visem acelerar ou retardar esse tempo. Um custo foi gerado para cada situação no tempo padrão. A título de verificação da influência do tempo de duração da obra nos custos finais, adotou-se para cada situação, a hipótese de realização da obra em tempo 20% maior e 20% menor do que o “tempo normal”.

Dessa forma, o resultado mostra 36 simulações de custos de obra, conforme ilustrado na figura 20.



	SISTEMA ESTRUTURAL	NUMERO DE TORRES (REPETIÇÕES)	TEMPO DE OBRA	ORDEM DAS SIMULAÇÕES
<div style="border: 1px solid black; background-color: orange; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 0 auto;">           PROJETO ARQUITETÔNICO PADRÃO         </div>	ALVENARIA ESTRUTURAL	1	TEMPO NORMAL + 20%	1
			TEMPO NORMAL	2
			TEMPO NORMAL - 20%	3
		4	TEMPO NORMAL + 20%	4
			TEMPO NORMAL	5
			TEMPO NORMAL - 20%	6
		8	TEMPO NORMAL + 20%	7
			TEMPO NORMAL	8
			TEMPO NORMAL - 20%	9
		12	TEMPO NORMAL + 20%	10
			TEMPO NORMAL	11
			TEMPO NORMAL - 20%	12
	CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL	1	TEMPO NORMAL + 20%	13
			TEMPO NORMAL	14
			TEMPO NORMAL - 20%	15
		4	TEMPO NORMAL + 20%	16
			TEMPO NORMAL	17
			TEMPO NORMAL - 20%	18
		8	TEMPO NORMAL + 20%	19
			TEMPO NORMAL	20
			TEMPO NORMAL - 20%	21
		12	TEMPO NORMAL + 20%	22
			TEMPO NORMAL	23
			TEMPO NORMAL - 20%	24
	PAREDES EM CONCRETO	1	TEMPO NORMAL + 20%	25
			TEMPO NORMAL	26
			TEMPO NORMAL - 20%	27
		4	TEMPO NORMAL + 20%	28
			TEMPO NORMAL	29
			TEMPO NORMAL - 20%	30
		8	TEMPO NORMAL + 20%	31
			TEMPO NORMAL	32
			TEMPO NORMAL - 20%	33
		12	TEMPO NORMAL + 20%	34
			TEMPO NORMAL	35
			TEMPO NORMAL - 20%	36

**FIGURA 20: ESQUEMA GERAL DE OBTENÇÃO DOS RESULTADOS**

Para cada uma das 36 planilhas geradas, são determinados os custos de cada subitem do orçamento, possibilitando assim o conhecimento do percentual representativo de cada fase da obra sobre o custo total.

As simulações permitem também estabelecer os pontos de cruzamento de curvas entre os custos unitários (por metro quadrado) de cada empreendimento, possibilitando visualizar a condição ótima de investimento com base nas variáveis propostas (número de pavimentos x número de repetições x sistema estrutural x tempo de obra).

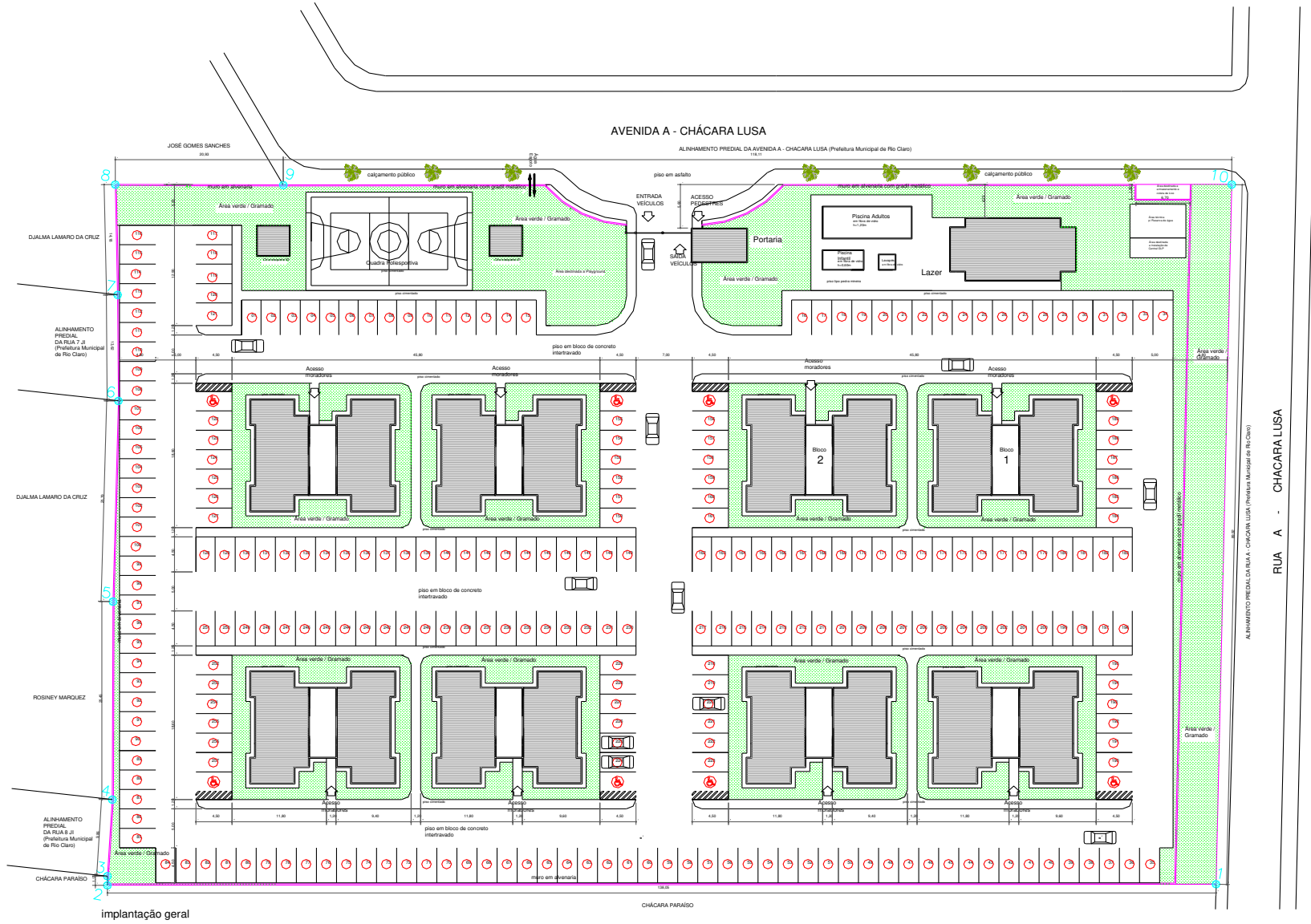
## **4.2.CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DA PESQUISA**

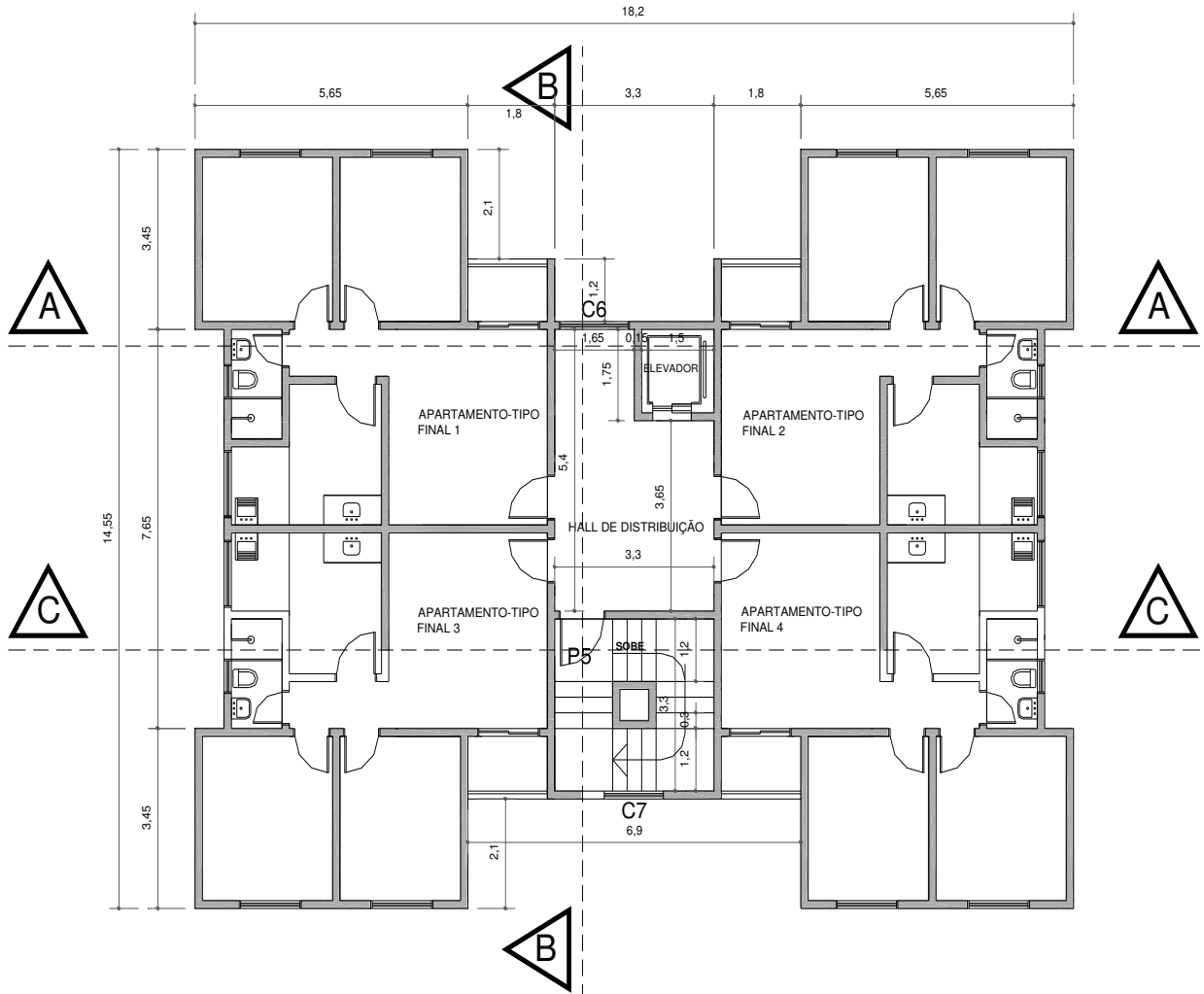
O empreendimento objeto desta pesquisa é um conjunto residencial com 8 torres com 8 pavimentos cada torre. Cada unidade possui 2 dormitórios, sala, cozinha, banheiro e área de serviço, sendo 4 unidades residenciais por pavimento, totalizando 32 unidades residenciais por torre de 8 pavimentos. O número total de unidades residenciais do conjunto habitacional em construção é de 256. A área privativa de cada unidade é de 48,12m<sup>2</sup>. A área útil de cada unidade é de 57,30m<sup>2</sup>. Cada pavimento portanto tem uma área construída de 229,20m<sup>2</sup>. Cada torre tem área construída de 1.834,00m<sup>2</sup>. O pavimento térreo também possui apartamentos, sendo assim o projeto estrutural contempla pavimento térreo + 7 pavimentos. Cada torre possui apenas 1 elevador.

### **4.2.1.APRESENTAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO**

As Figuras 21 e 22 mostram os desenhos de implantação geral do conjunto habitacional e a planta do pavimento tipo. Demais informações como planta do pavimento térreo, cobertura, cortes, vistas, quadro de caixilhos, imagens do empreendimento e projetos complementares do empreendimento, encontram-se nos Anexos deste trabalho.

FIGURA 21 : IMPLANTAÇÃO GERAL DO CONJUNTO HABITACIONAL





planta baixa | pavimento tipo

FIGURA 22: PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TIPO

#### **4.2.2.APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS**

Para o projeto estrutural foram criadas 3 situações distintas: Alvenaria Estrutural, Concreto Armado Convencional e Paredes em Concreto.

O primeiro sistema estrutural (Alvenaria Estrutural) é aquele de fato utilizado no empreendimento em questão.

A Figura 23 apresenta a planta de forma do edifício, na versão Alvenaria Estrutural. Foram utilizados blocos de concreto com resistência variando de Fbk 4,5Mpa até Fbk 12Mpa. A argamassa utilizada foi especificada com resistências variando entre 3,2 e 9,6 Mpa. Todo o graute adotado no projeto tem resistência à compressão de 20Mpa.

A figura 24 mostra a planta de forma do pavimento tipo para a opção Concreto Armado Convencional, e a Figura 25 apresenta a planta de forma do pavimento tipo para a opção Paredes de Concreto.

Demais detalhes dos projetos estruturais originais do empreendimento, bem como as planilhas orçamentárias, encontram-se nos Anexos ao final deste trabalho.

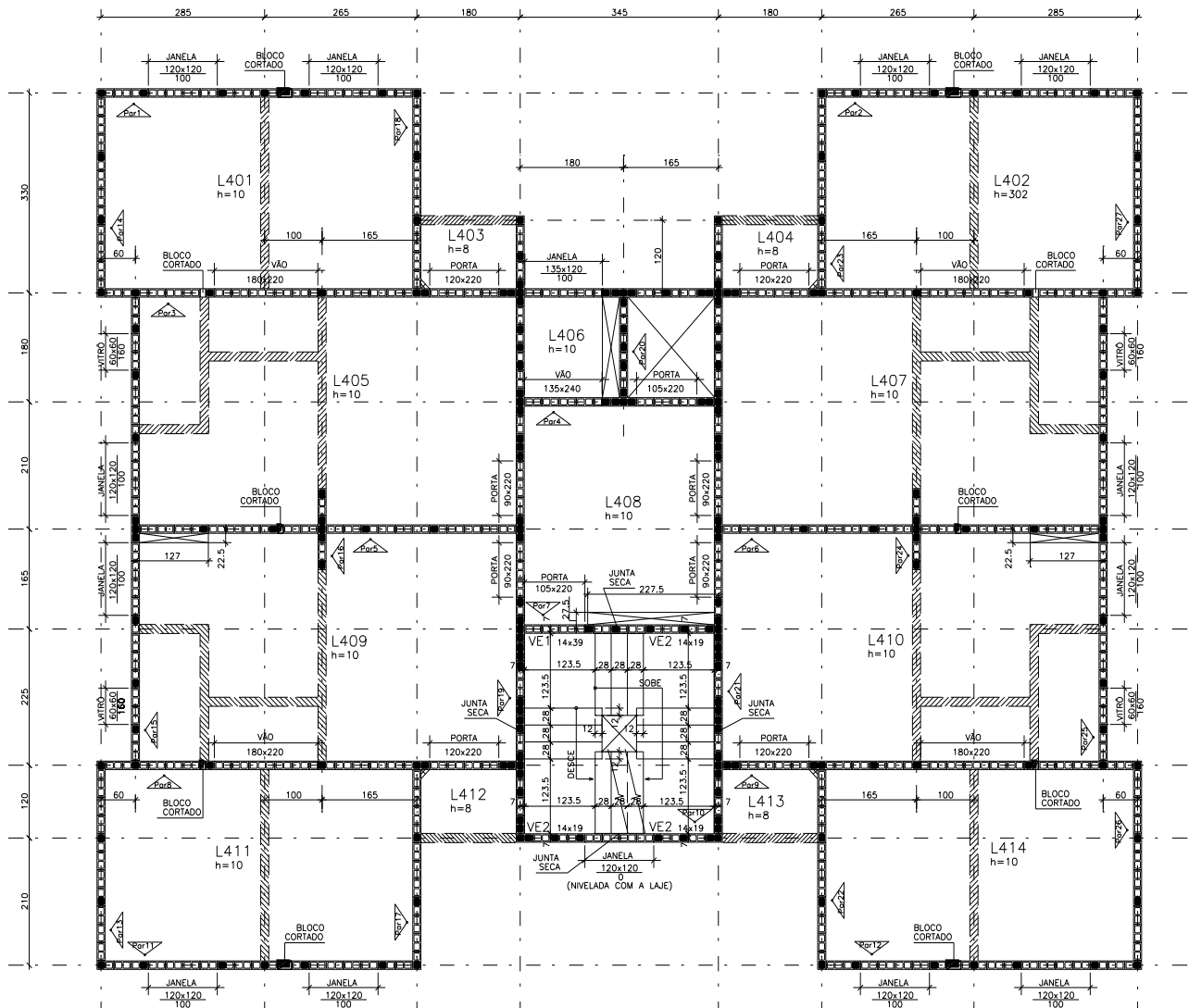
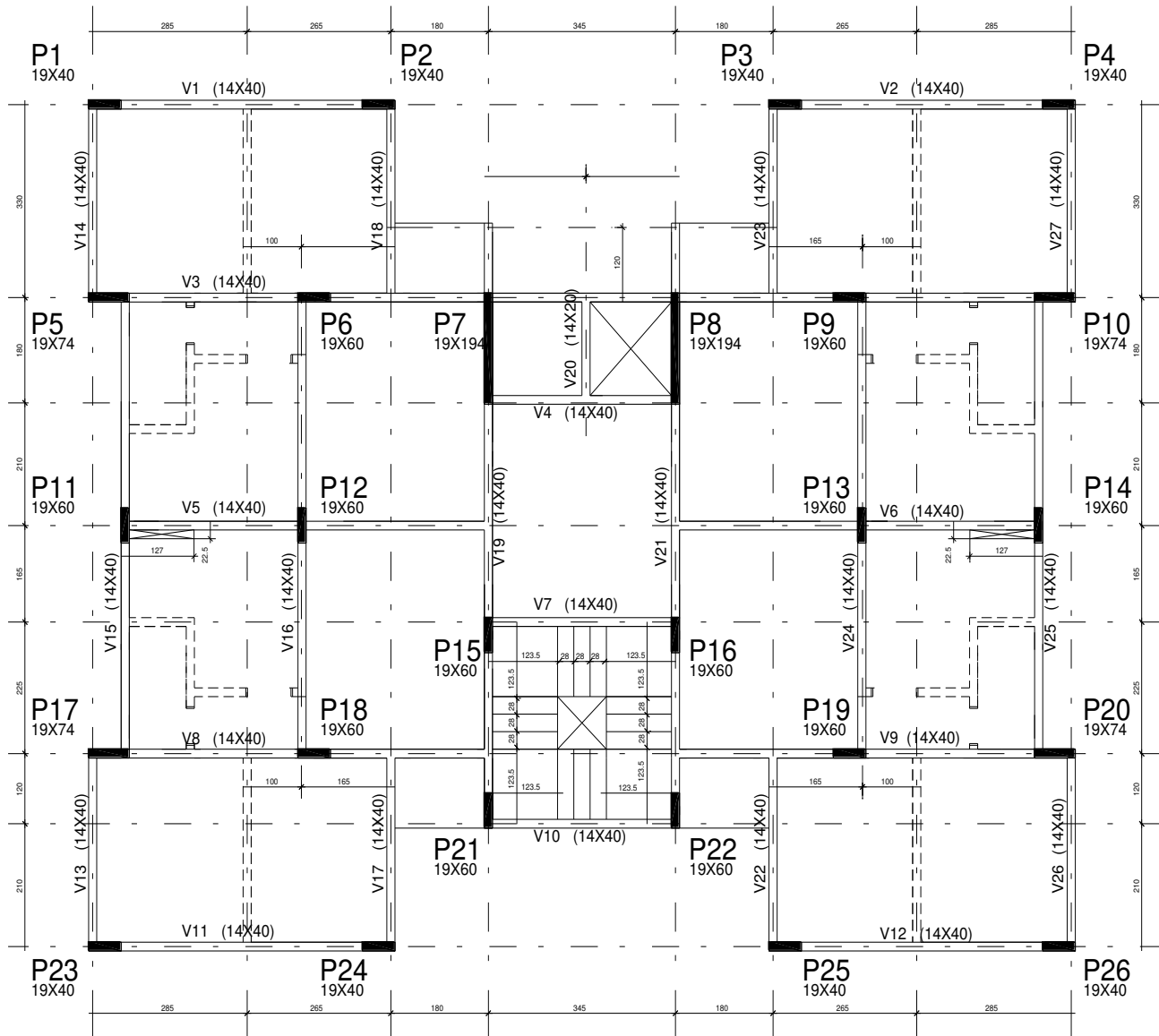
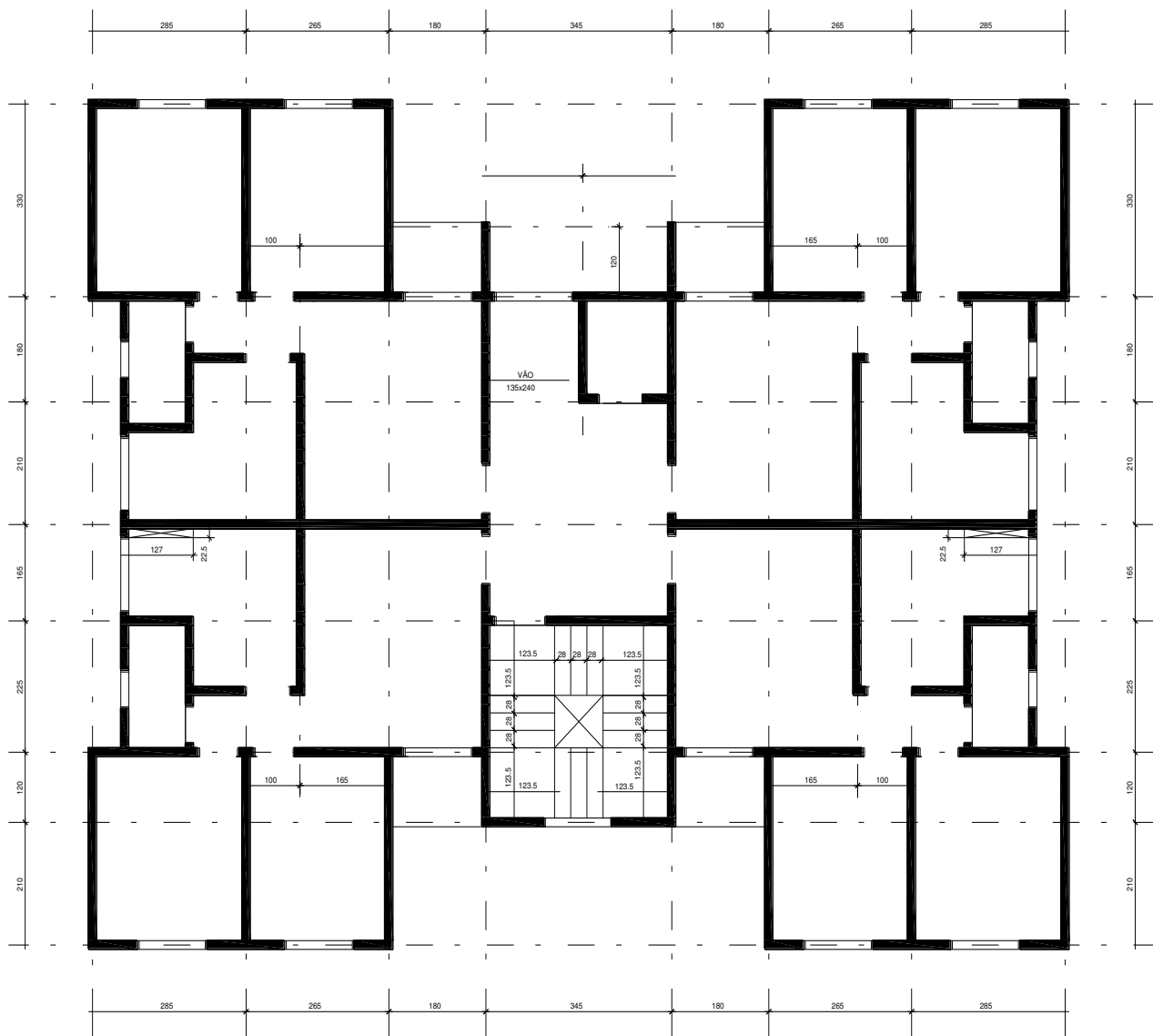


FIGURA 23: PLANTA DE FORMA DO PAVIMENTO TIPO. OPÇÃO: ALVENARIA ESTRUTURAL



**FIGURA 24: PLANTA DE FORMA DO PAVIMENTO TIPO. OPÇÃO: CONCRETO ARMADO**



**FIGURA 25: PLANTA DE FORMA DO PAVIMENTO TIPO. OPÇÃO: PAREDES EM CONCRETO**



## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

A realização dos orçamentos da edificação foi feita com base nos dados levantados nos projetos reais disponíveis. Para a consideração de estratégias de planejamento de execução de obra visando menores custos, foram adotados parâmetros específicos para cada sistema, conforme tabelas 8 a 10:

**TABELA 8: PARÂMETROS ESPECÍFICOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL**

<b>Alvenaria Estrutural:</b>
Perda de blocos: 5%
Emboço, Chapisco e Reboco interno e externo: sim
Ciclo para elevação de paredes de 1 pavimento: 5 dias para todas as variações
Número de torres executadas simultaneamente: valor variável para cada situação
Movimentação de Terra e Fundações: 2 meses para todas as variações
Elevador de Passageiros, Mini Grua e Andaime fachadeiro: variável para cada situação

**TABELA 9: PARÂMETROS ESPECÍFICOS PARA PAREDES EM CONCRETO**

<b>Paredes em Concreto:</b>
Formas de Alumínio: Adquiridas (não locadas); 1/2 jogo de formas por pavimento
Ciclo por trecho concretado: 2 dias (incluindo lajes)
Tipologia das lajes: maciças (o mesmo da alvenaria estrutural)
Número de usos para formas: 1.000 vezes
Movimentação de Terra e Fundações: 2 meses para todas as variações
Espessura das Paredes: 12cm
Altura das Paredes: 2,80m
Chapisco e reboco interno e externo: não
Elevador de Passageiros, Mini Grua e Andaime fachadeiro: variável para cada situação.
Taxa de tela soldada para lajes: 33 kg/m <sup>3</sup> de laje
Taxa de tela soldada para paredes: 26 kg/m <sup>3</sup> de paredes

**TABELA 10: PARÂMETROS ESPECÍFICOS PARA CONCRETO ARMADO**

<b>Estrutura em Concreto Armado Convencional:</b>
Revestimentos e acabamentos de paredes: os mesmos adotados na Alvenaria Estrutural
Ciclo de execução de lajes: 5 dias para todas as variações
Número de Torres em execução simultânea: valores variados para cada situação
Espessura média da estrutura ("lâmina"): 0,20m <sup>3</sup> concreto / m <sup>2</sup> de construção

Assim sendo, os resultados finais são apresentados neste capítulo de forma sintetizada, indicando em separado os valores para uma, quatro, oito e doze torres. Para cada quantidade de torres mostra-se resultados variando-se o sistema construtivo e o tempo.

Nas planilhas apresentadas neste capítulo, mostra-se as etapas da obra, a discriminação de cada item, o custo total por item (em “reais”, moeda brasileira), os percentuais em separado para cada item e os percentuais acumulados até o item em questão.

Na penúltima coluna à direita são indicados os valores de cada item com a conversão da moeda brasileira (Reais) para a moeda norte americana (Dólar) na cotação comercial, tendo como base a cotação do dia 15 de maio de 2014 (US\$ 1,00 = R\$ 2,22) conforme Tabela 11. Essa data foi adotada como referencial pois as tomadas de preços deste trabalho foram realizadas no referido mês de maio de 2014.

**TABELA 11: COTAÇÃO DO DOLAR COMERCIAL (ESTADOS UNIDOS)**  
**FONTE: THOMSON REUTERS**

## Câmbio

---

**DÓLAR COMERCIAL** Estados Unidos - Dólar comercial ▼

Principal    Intraday    Histórico da moeda

	Horário	Compra	Venda	% Variação	Variação	Máximo	Mínimo
↓	10:59	2,2774	2,2781	-0,2020%	-0,0048	2,2916	2,2755

Período a ser consultado:  
 de  a   1 semana   1 mês   3 meses   1 ano

Histórico do Câmbio: de 10/05/2014 a 20/05/2014 Quantidade de linhas na tabela  ▼

	Data	Compra	Venda	% Variação	Variação
↑	20/05/2014	2,2160	2,2170	0,3710%	0,008200
↓	19/05/2014	2,2078	2,2088	-0,2120%	-0,004700
↓	18/05/2014	2,2125	2,2135	-0,3290%	-0,007300
↑	15/05/2014	2,2198	2,2208	0,5660%	0,012500
↓	14/05/2014	2,2063	2,2083	-0,3020%	-0,006700
↓	13/05/2014	2,2143	2,2150	-0,0270%	-0,000500
↑	12/05/2014	2,2146	2,2156	0,0090%	0,000200

PÁGINAS  Fonte THOMSON REUTERS

Na última coluna à direita foram indicados os valores de conversão da moeda brasileira (Reais) para “CUB” (Custos Unitários Básicos) do Sinduscon SP, adotando-se o valor de R\$ 1.124,14 como custo de um metro quadrado de construção no padrão “R8N” do referido Sindicato, conforme tabela já apresentada no capítulo “3” deste trabalho. Dessa forma, divide-se o valor de cada item orçado pelo valor de 1 “CUB”, obtendo-se a quantidade de “CUB’s” de cada item. Considerou-se importante a apresentação desta coluna de conversão de “reais” para “CUB’s” pois o valor desse custo unitário reflete as variações futuras de preços, possibilitando sempre a atualização dos parâmetros.

## 5.1. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA UMA TORRE

### 5.1.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural

#### 5.1.1.1. Tempo Normal de Obra

EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL		32 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 01		ÁREA CONSTRUÍDA 1.834,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 6,2 meses						
"TN": TEMPO NORMAL						
	ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	341.063,39	16,60	16,60	153.632,16	303,40
2	Superestrutura - Concreto	53.900,64	2,62	19,23	24.279,57	47,95
3	Superestrutura - Aço	33.826,40	1,65	20,87	15.237,12	30,09
4	Superestrutura - Formas	47.176,28	2,30	23,17	21.250,58	41,97
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	148.246,56	7,22	30,39	66.777,73	131,88
6	Superestrutura - Mão de Obra	238.479,94	11,61	42,00	107.423,40	212,14
7	Alvenaria de Vedação	17.425,32	0,85	42,84	7.849,24	15,50
8	Revestimentos Externos	91.292,00	4,44	47,29	41.122,52	81,21
9	Revestimentos Internos	124.954,06	6,08	53,37	56.285,61	111,16
10	Instalações	276.873,60	13,48	66,85	124.717,84	246,30
11	Esquadrias	165.024,00	8,03	74,88	74.335,14	146,80
12	Elevadores	91.680,00	4,46	79,35	41.297,30	81,56
13	Coberturas	36.672,00	1,79	81,13	16.518,92	32,62
14	Impermeabilizações / Isolamentos	36.672,00	1,79	82,92	16.518,92	32,62
15	Pisos e Forros	73.344,00	3,57	86,49	33.037,84	65,24
16	Vidros	12.835,20	0,62	87,11	5.781,62	11,42
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	264.747,41	12,89	100,00	119.255,59	235,51
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>2.054.212,80</b>	<b>100,00</b>		<b>925.321,08</b>	<b>1.827,36</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.120,32</b>					

### 5.1.1.2. Tempo Normal de Obra +20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>32 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 01</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 1.834,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 7,4 meses</b>					
	<b>"TN+20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	341.063,39	16,16	16,16	153.632,16	303,40
2	Superestrutura - Concreto	53.900,64	2,55	18,71	24.279,57	47,95
3	Superestrutura - Aço	33.826,40	1,60	20,31	15.237,12	30,09
4	Superestrutura - Formas	47.176,28	2,23	22,55	21.250,58	41,97
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	148.246,56	7,02	29,57	66.777,73	131,88
6	Superestrutura - Mão de Obra	238.479,94	11,30	40,86	107.423,40	212,14
7	Alvenaria de Vedação	17.425,32	0,83	41,69	7.849,24	15,50
8	Revestimentos Externos	91.292,00	4,32	46,01	41.122,52	81,21
9	Revestimentos Internos	124.954,06	5,92	51,93	56.285,61	111,16
10	Instalações	276.873,60	13,11	65,05	124.717,84	246,30
11	Esquadrias	165.024,00	7,82	72,86	74.335,14	146,80
12	Elevadores	91.680,00	4,34	77,21	41.297,30	81,56
13	Coberturas	36.672,00	1,74	78,94	16.518,92	32,62
14	Impermeabilizações / Isolamentos	36.672,00	1,74	80,68	16.518,92	32,62
15	Pisos e Forros	73.344,00	3,47	84,15	33.037,84	65,24
16	Vidros	12.835,20	0,61	84,76	5.781,62	11,42
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	321.698,63	15,24	100,00	144.909,29	286,17
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>2.111.164,02</b>	<b>100,00</b>		<b>950.974,78</b>	<b>1.878,03</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.151,38</b>					

### 5.1.1.3. Tempo Normal de Obra -20%

EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL		32 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 01		ÁREA CONSTRUÍDA 1.834,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 5,0 meses						
"TN-20%"						
	ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	341.063,39	17,08	17,08	153.632,16	303,40
2	Superestrutura - Concreto	53.900,64	2,70	19,77	24.279,57	47,95
3	Superestrutura - Aço	33.826,40	1,69	21,47	15.237,12	30,09
4	Superestrutura - Formas	47.176,28	2,36	23,83	21.250,58	41,97
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	148.246,56	7,42	31,25	66.777,73	131,88
6	Superestrutura - Mão de Obra	238.479,94	11,94	43,19	107.423,40	212,14
7	Alvenaria de Vedação	17.425,32	0,87	44,06	7.849,24	15,50
8	Revestimentos Externos	91.292,00	4,57	48,63	41.122,52	81,21
9	Revestimentos Internos	124.954,06	6,26	54,89	56.285,61	111,16
10	Instalações	276.873,60	13,86	68,75	124.717,84	246,30
11	Esquadrias	165.024,00	8,26	77,01	74.335,14	146,80
12	Elevadores	91.680,00	4,59	81,60	41.297,30	81,56
13	Coberturas	36.672,00	1,84	83,44	16.518,92	32,62
14	Impermeabilizações / Isolamentos	36.672,00	1,84	85,28	16.518,92	32,62
15	Pisos e Forros	73.344,00	3,67	88,95	33.037,84	65,24
16	Vidros	12.835,20	0,64	89,59	5.781,62	11,42
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	207.934,01	10,41	100,00	93.663,97	184,97
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>1.997.399,40</b>	<b>100,00</b>		<b>899.729,46</b>	<b>1.776,82</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.089,33</b>					









### 5.1.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto

#### 5.1.3.1. Tempo Normal de Obra

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>32 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 01</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 1.834,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 6,0 meses</b>					
	<b>"TN": TEMPO NORMAL</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	341.063,39	16,23	16,23	153.632,16	303,40
2	Superestrutura - Concreto	296.173,40	14,10	30,33	133.411,44	263,47
3	Superestrutura - Aço	113.702,19	5,41	35,74	51.217,20	101,15
4	Superestrutura - Formas	136.642,07	6,50	42,25	61.550,48	121,55
6	Superestrutura - Mão de Obra	126.908,04	6,04	48,29	57.165,78	112,89
8	Revestimentos Externos	27.387,60	1,30	49,59	12.336,76	24,36
9	Revestimentos Internos	119.108,91	5,67	55,26	53.652,66	105,96
10	Instalações	261.746,40	12,46	67,72	117.903,78	232,84
11	Esquadrias	165.024,00	7,86	75,58	74.335,14	146,80
12	Elevadores	91.680,00	4,36	79,94	41.297,30	81,56
13	Coberturas	36.672,00	1,75	81,69	16.518,92	32,62
14	Impermeabilizações / Isolamentos	36.672,00	1,75	83,43	16.518,92	32,62
15	Pisos e Forros	73.344,00	3,49	86,92	33.037,84	65,24
16	Vídeos	12.835,20	0,61	87,53	5.781,62	11,42
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	261.897,67	12,47	100,00	117.971,92	232,98
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>2.100.856,87</b>	<b>100,00</b>		<b>946.331,92</b>	<b>1.868,86</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.145,76</b>					

### 5.1.3.2. Tempo Normal de Obra +20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>32 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 01</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 1.834,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 7,2 meses</b>					
	<b>"TN+20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	341.063,39	16,29	16,29	153.632,16	303,40
2	Superestrutura - Concreto	296.173,40	14,14	30,43	133.411,44	263,47
3	Superestrutura - Aço	113.702,19	5,43	35,86	51.217,20	101,15
4	Superestrutura - Formas	72.420,30	3,46	39,32	32.621,76	64,42
6	Superestrutura - Mão de Obra	126.908,04	6,06	45,38	57.165,78	112,89
8	Revestimentos Externos	27.387,60	1,31	46,69	12.336,76	24,36
9	Revestimentos Internos	119.108,91	5,69	52,37	53.652,66	105,96
10	Instalações	261.746,40	12,50	64,87	117.903,78	232,84
11	Esquadrias	165.024,00	7,88	72,75	74.335,14	146,80
12	Elevadores	91.680,00	4,38	77,13	41.297,30	81,56
13	Coberturas	36.672,00	1,75	78,88	16.518,92	32,62
14	Impermeabilizações / Isolamentos	36.672,00	1,75	80,64	16.518,92	32,62
15	Pisos e Forros	73.344,00	3,50	84,14	33.037,84	65,24
16	Vidros	12.835,20	0,61	84,75	5.781,62	11,42
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	319.336,42	15,25	100,00	143.845,23	284,07
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>2.094.073,85</b>	<b>100,00</b>		<b>943.276,51</b>	<b>1.862,82</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.142,06</b>					

### 5.1.3.3. Tempo Normal de Obra -20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>32 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 01</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 1.834,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 5,0 meses</b>					
	<b>"TN-20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	341.063,39	14,62	14,62	153.632,16	303,40
2	Superestrutura - Concreto	296.173,40	12,70	27,32	133.411,44	263,47
3	Superestrutura - Aço	113.702,19	4,87	32,19	51.217,20	101,15
4	Superestrutura - Formas	409.926,22	17,57	49,76	184.651,45	364,66
6	Superestrutura - Mão de Obra	126.908,04	5,44	55,20	57.165,78	112,89
8	Revestimentos Externos	27.387,60	1,17	56,38	12.336,76	24,36
9	Revestimentos Internos	119.108,91	5,11	61,48	53.652,66	105,96
10	Instalações	261.746,40	11,22	72,70	117.903,78	232,84
11	Esquadrias	165.024,00	7,07	79,78	74.335,14	146,80
12	Elevadores	91.680,00	3,93	83,71	41.297,30	81,56
13	Coberturas	36.672,00	1,57	85,28	16.518,92	32,62
14	Impermeabilizações / Isolamentos	36.672,00	1,57	86,85	16.518,92	32,62
15	Pisos e Forros	73.344,00	3,14	90,00	33.037,84	65,24
16	Vidros	12.835,20	0,55	90,55	5.781,62	11,42
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	220.505,11	9,45	100,00	99.326,63	196,15
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>2.332.748,46</b>	<b>100,00</b>		<b>1.050.787,59</b>	<b>2.075,14</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.272,22</b>					

## 5.2. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA QUATRO TORRES

### 5.2.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural

#### 5.2.1.1. Tempo Normal de Obra

EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL		128 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 04		ÁREA CONSTRUÍDA: 7.334,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 11,8 meses						
"TN": Tempo Normal						
	ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	1.364.253,57	17,22	17,22	614.528,64	1.213,60
2	Superestrutura - Concreto	215.602,54	2,72	19,94	97.118,26	191,79
3	Superestrutura - Aço	135.305,60	1,71	21,65	60.948,47	120,36
4	Superestrutura - Formas	188.705,12	2,38	24,03	85.002,31	167,87
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	592.986,24	7,49	31,52	267.110,92	527,50
6	Superestrutura - Mão de Obra	953.919,77	12,04	43,56	429.693,59	848,58
7	Alvenaria de Vedação	69.701,30	0,88	44,44	31.396,98	62,00
8	Revestimentos Externos	365.168,00	4,61	49,05	164.490,09	324,84
9	Revestimentos Internos	499.816,24	6,31	55,36	225.142,45	444,62
10	Instalações	1.107.494,40	13,98	69,34	498.871,35	985,19
11	Esquadrias	660.096,00	8,33	77,67	297.340,54	587,20
12	Elevadores	366.720,00	4,63	82,30	165.189,19	326,22
13	Coberturas	146.688,00	1,85	84,15	66.075,68	130,49
14	Impermeabilizações / Isolamentos	146.688,00	1,85	86,01	66.075,68	130,49
15	Pisos e Forros	293.376,00	3,70	89,71	132.151,35	260,98
16	Vidros	51.340,80	0,65	90,36	23.126,49	45,67
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	763.898,67	9,64	100,00	344.098,50	679,54
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>7.921.760,25</b>	<b>100,00</b>		<b>3.568.360,47</b>	<b>7.046,95</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.080,08</b>					

### 5.2.1.2. Tempo Normal de Obra + 20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>128 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 04</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA: 7.334,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 14,2 meses</b>					
	<b>"TN+20% "</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	1.364.253,57	16,91	16,91	614.528,64	1.213,60
2	Superestrutura - Concreto	215.602,54	2,67	19,58	97.118,26	191,79
3	Superestrutura - Aço	135.305,60	1,68	21,26	60.948,47	120,36
4	Superestrutura - Formas	188.705,12	2,34	23,59	85.002,31	167,87
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	592.986,24	7,35	30,94	267.110,92	527,50
6	Superestrutura - Mão de Obra	953.919,77	11,82	42,76	429.693,59	848,58
7	Alvenaria de Vedação	69.701,30	0,86	43,63	31.396,98	62,00
8	Revestimentos Externos	365.168,00	4,53	48,15	164.490,09	324,84
9	Revestimentos Internos	499.816,24	6,19	54,35	225.142,45	444,62
10	Instalações	1.107.494,40	13,72	68,07	498.871,35	985,19
11	Esquadrias	660.096,00	8,18	76,25	297.340,54	587,20
12	Elevadores	366.720,00	4,54	80,80	165.189,19	326,22
13	Coberturas	146.688,00	1,82	82,62	66.075,68	130,49
14	Impermeabilizações / Isolamentos	146.688,00	1,82	84,43	66.075,68	130,49
15	Pisos e Forros	293.376,00	3,64	88,07	132.151,35	260,98
16	Vidros	51.340,80	0,64	88,71	23.126,49	45,67
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	911.361,85	11,29	100,00	410.523,36	810,72
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>8.069.223,43</b>	<b>100,00</b>		<b>3.634.785,33</b>	<b>7.178,13</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.100,19</b>					

### 5.2.1.3. Tempo Normal de Obra -20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>128 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 04</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA: 7.334,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 9,5 meses</b>					
	<b>"TN-20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	1.364.253,57	17,54	17,54	614.528,64	1.213,60
2	Superestrutura - Concreto	215.602,54	2,77	20,31	97.118,26	191,79
3	Superestrutura - Aço	135.305,60	1,74	22,05	60.948,47	120,36
4	Superestrutura - Formas	188.705,12	2,43	24,48	85.002,31	167,87
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	592.986,24	7,62	32,10	267.110,92	527,50
6	Superestrutura - Mão de Obra	953.919,77	12,26	44,37	429.693,59	848,58
7	Alvenaria de Vedação	69.701,30	0,90	45,26	31.396,98	62,00
8	Revestimentos Externos	365.168,00	4,70	49,96	164.490,09	324,84
9	Revestimentos Internos	499.816,24	6,43	56,38	225.142,45	444,62
10	Instalações	1.107.494,40	14,24	70,62	498.871,35	985,19
11	Esquadrias	660.096,00	8,49	79,11	297.340,54	587,20
12	Elevadores	366.720,00	4,71	83,83	165.189,19	326,22
13	Coberturas	146.688,00	1,89	85,71	66.075,68	130,49
14	Impermeabilizações / Isolamentos	146.688,00	1,89	87,60	66.075,68	130,49
15	Pisos e Forros	293.376,00	3,77	91,37	132.151,35	260,98
16	Vidros	51.340,80	0,66	92,03	23.126,49	45,67
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	619.918,63	7,97	100,00	279.242,63	551,46
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>7.777.780,21</b>	<b>100,00</b>		<b>3.503.504,60</b>	<b>6.918,87</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.060,45</b>					









### 5.2.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto

#### 5.2.3.1. Tempo Normal de Obra

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>128 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 04</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 7.334,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 8,4 meses</b>					
	<b>"TN": TEMPO NORMAL</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	1.364.253,57	17,97	17,97	614.528,64	1.213,60
2	Superestrutura - Concreto	1.184.693,58	15,61	33,58	533.645,76	1.053,87
3	Superestrutura - Aço	454.808,74	5,99	39,57	204.868,80	404,58
4	Superestrutura - Formas	204.963,11	2,70	42,27	92.325,73	182,33
6	Superestrutura - Mão de Obra	507.632,16	6,69	48,96	228.663,14	451,57
8	Revestimentos Externos	109.550,40	1,44	50,40	49.347,03	97,45
9	Revestimentos Internos	476.435,64	6,28	56,68	214.610,65	423,82
10	Instalações	1.046.985,60	13,79	70,47	471.615,14	931,37
11	Esquadrias	660.096,00	8,70	79,17	297.340,54	587,20
12	Elevadores	366.720,00	4,83	84,00	165.189,19	326,22
13	Coberturas	146.688,00	1,93	85,93	66.075,68	130,49
14	Impermeabilizações / Isolamentos	146.688,00	1,93	87,87	66.075,68	130,49
15	Pisos e Forros	293.376,00	3,87	91,73	132.151,35	260,98
16	Vidros	51.340,80	0,68	92,41	23.126,49	45,67
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	576.338,44	7,59	100,00	259.611,91	512,69
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>7.590.570,04</b>	<b>100,00</b>		<b>3.419.175,69</b>	<b>6.752,34</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.034,93</b>					

### 5.2.3.2. Tempo Normal de Obra +20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>128 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 04</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 7.334,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 10 meses</b>					
	<b>"TN+20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	1.364.253,57	17,88	17,88	614.528,64	1.213,60
2	Superestrutura - Concreto	1.184.693,58	15,53	33,41	533.645,76	1.053,87
3	Superestrutura - Aço	454.808,74	5,96	39,37	204.868,80	404,58
4	Superestrutura - Formas	143.474,18	1,88	41,25	64.628,01	127,63
6	Superestrutura - Mão de Obra	507.632,16	6,65	47,91	228.663,14	451,57
8	Revestimentos Externos	109.550,40	1,44	49,34	49.347,03	97,45
9	Revestimentos Internos	476.435,64	6,24	55,59	214.610,65	423,82
10	Instalações	1.046.985,60	13,72	69,31	471.615,14	931,37
11	Esquadrias	660.096,00	8,65	77,96	297.340,54	587,20
12	Elevadores	366.720,00	4,81	82,77	165.189,19	326,22
13	Coberturas	146.688,00	1,92	84,69	66.075,68	130,49
14	Impermeabilizações / Isolamentos	146.688,00	1,92	86,62	66.075,68	130,49
15	Pisos e Forros	293.376,00	3,85	90,46	132.151,35	260,98
16	Vidros	51.340,80	0,67	91,13	23.126,49	45,67
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	676.374,48	8,87	100,00	304.673,19	601,68
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>7.629.117,15</b>	<b>100,00</b>		<b>3.436.539,26</b>	<b>6.786,63</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.040,18</b>					

### 5.2.3.3. Tempo Normal de Obra -20%

<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>		<b>128 UNIDADES</b>				
<b>QUANTIDADE DE TORRES: 04</b>		<b>ÁREA CONSTRUÍDA 7.334,00 m2</b>				
<b>TEMPO DE OBRA: 6,7 meses</b>						
<b>"TN-20%"</b>						
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	1.364.253,57	17,86	17,86	614.528,64	1.213,60
2	Superestrutura - Concreto	1.184.693,58	15,51	33,36	533.645,76	1.053,87
3	Superestrutura - Aço	454.808,74	5,95	39,31	204.868,80	404,58
4	Superestrutura - Formas	355.269,39	4,65	43,96	160.031,26	316,04
6	Superestrutura - Mão de Obra	507.632,16	6,64	50,61	228.663,14	451,57
8	Revestimentos Externos	109.550,40	1,43	52,04	49.347,03	97,45
9	Revestimentos Internos	476.435,64	6,24	58,28	214.610,65	423,82
10	Instalações	1.046.985,60	13,70	71,98	471.615,14	931,37
11	Esquadrias	660.096,00	8,64	80,62	297.340,54	587,20
12	Elevadores	366.720,00	4,80	85,42	165.189,19	326,22
13	Coberturas	146.688,00	1,92	87,34	66.075,68	130,49
14	Impermeabilizações / Isolamentos	146.688,00	1,92	89,26	66.075,68	130,49
15	Pisos e Forros	293.376,00	3,84	93,10	132.151,35	260,98
16	Vidros	51.340,80	0,67	93,77	23.126,49	45,67
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	476.038,02	6,23	100,00	214.431,54	423,47
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>7.640.575,90</b>	<b>100,00</b>		<b>3.441.700,86</b>	<b>6.796,82</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.041,75</b>					

## 5.3. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA OITO TORRES

### 5.3.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural

#### 5.3.1.1. Tempo Normal de Obra

EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL		256 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 08		ÁREA CONSTRUÍDA: 14.669,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 14,4 meses						
"TN": Tempo Normal						
ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB	
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	2.728.507,14	17,17	17,17	1.229.057,27	2.427,20
2	Superestrutura - Concreto	431.205,09	2,71	19,88	194.236,53	383,59
3	Superestrutura - Aço	270.611,20	1,70	21,59	121.896,94	240,73
4	Superestrutura - Formas	377.410,23	2,38	23,96	170.004,61	335,73
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	1.185.972,48	7,46	31,43	534.221,84	1.055,00
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.907.839,53	12,01	43,43	859.387,18	1.697,15
7	Alvenaria de Vedação	139.402,59	0,88	44,31	62.793,96	124,01
8	Revestimentos Externos	730.336,00	4,60	48,90	328.980,18	649,68
9	Revestimentos Internos	999.632,48	6,29	55,20	450.284,90	889,24
10	Instalações	2.214.988,80	13,94	69,13	997.742,70	1.970,39
11	Esquadrias	1.320.192,00	8,31	77,44	594.681,08	1.174,40
12	Elevadores	733.440,00	4,62	82,06	330.378,38	652,45
13	Coberturas	293.376,00	1,85	83,90	132.151,35	260,98
14	Impermeabilizações / Isolamentos	293.376,00	1,85	85,75	132.151,35	260,98
15	Pisos e Forros	586.752,00	3,69	89,44	264.302,70	521,96
16	Vidros	102.681,60	0,65	90,09	46.252,97	91,34
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.574.948,04	9,91	100,00	709.436,05	1.401,02
<b>TOTAL (R\$)</b>		<b>15.890.671,18</b>	<b>100,00</b>		<b>7.157.959,99</b>	<b>14.135,85</b>
<b>CUSTO / m2: R\$ 1.083,30</b>						

### 5.3.1.2. Tempo Normal de Obra +20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>256 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 08</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA: 14.669,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 17,3 meses</b>					
	<b>"TN+20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	2.728.507,14	16,85	16,85	1.229.057,27	2.427,20
2	Superestrutura - Concreto	431.205,09	2,66	19,51	194.236,53	383,59
3	Superestrutura - Aço	270.611,20	1,67	21,18	121.896,94	240,73
4	Superestrutura - Formas	377.410,23	2,33	23,51	170.004,61	335,73
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	1.185.972,48	7,32	30,83	534.221,84	1.055,00
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.907.839,53	11,78	42,61	859.387,18	1.697,15
7	Alvenaria de Vedação	139.402,59	0,86	43,47	62.793,96	124,01
8	Revestimentos Externos	730.336,00	4,51	47,98	328.980,18	649,68
9	Revestimentos Internos	999.632,48	6,17	54,15	450.284,90	889,24
10	Instalações	2.214.988,80	13,68	67,83	997.742,70	1.970,39
11	Esquadrias	1.320.192,00	8,15	75,98	594.681,08	1.174,40
12	Elevadores	733.440,00	4,53	80,51	330.378,38	652,45
13	Coberturas	293.376,00	1,81	82,32	132.151,35	260,98
14	Impermeabilizações / Isolamentos	293.376,00	1,81	84,13	132.151,35	260,98
15	Pisos e Forros	586.752,00	3,62	87,75	264.302,70	521,96
16	Vidros	102.681,60	0,63	88,39	46.252,97	91,34
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.881.052,68	11,61	100,00	847.321,03	1.673,33
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>16.196.775,82</b>	<b>100,00</b>		<b>7.295.844,96</b>	<b>14.408,15</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.104,17</b>					

### 5.3.1.3. Tempo Normal de Obra -20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>256 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 08</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA: 14.669,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 11,5 meses</b>					
	<b>"TN-20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	2.728.507,14	17,50	17,50	1.229.057,27	2.427,20
2	Superestrutura - Concreto	431.205,09	2,77	20,27	194.236,53	383,59
3	Superestrutura - Aço	270.611,20	1,74	22,01	121.896,94	240,73
4	Superestrutura - Formas	377.410,23	2,42	24,43	170.004,61	335,73
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	1.185.972,48	7,61	32,04	534.221,84	1.055,00
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.907.839,53	12,24	44,28	859.387,18	1.697,15
7	Alvenaria de Vedação	139.402,59	0,89	45,17	62.793,96	124,01
8	Revestimentos Externos	730.336,00	4,69	49,86	328.980,18	649,68
9	Revestimentos Internos	999.632,48	6,41	56,27	450.284,90	889,24
10	Instalações	2.214.988,80	14,21	70,48	997.742,70	1.970,39
11	Esquadrias	1.320.192,00	8,47	78,95	594.681,08	1.174,40
12	Elevadores	733.440,00	4,71	83,66	330.378,38	652,45
13	Coberturas	293.376,00	1,88	85,54	132.151,35	260,98
14	Impermeabilizações / Isolamentos	293.376,00	1,88	87,42	132.151,35	260,98
15	Pisos e Forros	586.752,00	3,76	91,18	264.302,70	521,96
16	Vidros	102.681,60	0,66	91,84	46.252,97	91,34
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.271.475,17	8,16	100,00	572.736,56	1.131,06
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>15.587.198,31</b>	<b>100,00</b>		<b>7.021.260,50</b>	<b>13.865,89</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.062,61</b>					









### 5.3.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto

#### 5.3.3.1. Tempo Normal de Obra

EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO		128 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 08		ÁREA CONSTRUÍDA 14.669,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 9,7 meses						
"TN": TEMPO NORMAL						
	ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	2.728.507,14	18,13	18,13	1.229.057,27	2.427,20
2	Superestrutura - Concreto	2.369.387,16	15,74	33,87	1.067.291,51	2.107,73
3	Superestrutura - Aço	909.617,48	6,04	39,91	409.737,60	809,17
4	Superestrutura - Formas	307.444,66	2,04	41,95	138.488,59	273,49
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.015.264,32	6,74	48,70	457.326,27	903,15
8	Revestimentos Externos	219.100,80	1,46	50,15	98.694,05	194,91
9	Revestimentos Internos	952.871,28	6,33	56,48	429.221,30	847,64
10	Instalações	2.093.971,20	13,91	70,39	943.230,27	1.862,73
11	Esquadrias	1.320.192,00	8,77	79,16	594.681,08	1.174,40
12	Elevadores	733.440,00	4,87	84,03	330.378,38	652,45
13	Coberturas	293.376,00	1,95	85,98	132.151,35	260,98
14	Impermeabilizações / Isolamentos	293.376,00	1,95	87,93	132.151,35	260,98
15	Pisos e Forros	586.752,00	3,90	91,83	264.302,70	521,96
16	Vidros	102.681,60	0,68	92,51	46.252,97	91,34
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.127.303,62	7,49	100,00	507.794,42	1.002,81
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>15.053.285,26</b>	<b>100,00</b>		<b>6.780.759,13</b>	<b>13.390,93</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.026,21</b>					

### 5.3.3.2. Tempo Normal de Obra +20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>128 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 08</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 14.669,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 11,6 meses</b>					
	<b>"TN+20% "</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	2.728.507,14	17,99	17,99	1.229.057,27	2.427,20
2	Superestrutura - Concreto	2.369.387,16	15,62	33,61	1.067.291,51	2.107,73
3	Superestrutura - Aço	909.617,48	6,00	39,60	409.737,60	809,17
4	Superestrutura - Formas	225.459,42	1,49	41,09	101.558,30	200,56
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.015.264,32	6,69	47,78	457.326,27	903,15
8	Revestimentos Externos	219.100,80	1,44	49,23	98.694,05	194,91
9	Revestimentos Internos	952.871,28	6,28	55,51	429.221,30	847,64
10	Instalações	2.093.971,20	13,80	69,31	943.230,27	1.862,73
11	Esquadrias	1.320.192,00	8,70	78,02	594.681,08	1.174,40
12	Elevadores	733.440,00	4,84	82,85	330.378,38	652,45
13	Coberturas	293.376,00	1,93	84,79	132.151,35	260,98
14	Impermeabilizações / Isolamentos	293.376,00	1,93	86,72	132.151,35	260,98
15	Pisos e Forros	586.752,00	3,87	90,59	264.302,70	521,96
16	Vidros	102.681,60	0,68	91,27	46.252,97	91,34
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.324.980,67	8,73	100,00	596.838,14	1.178,66
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>15.168.977,07</b>	<b>100,00</b>		<b>6.832.872,55</b>	<b>13.493,85</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.034,1</b>					

### 5.3.3.3. Tempo Normal de Obra -20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>128 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 08</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 14.669,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 7,8 meses</b>					
	<b>"TN-20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	2.728.507,14	18,15	18,15	1.229.057,27	2.427,20
2	Superestrutura - Concreto	2.369.387,16	15,76	33,92	1.067.291,51	2.107,73
3	Superestrutura - Aço	909.617,48	6,05	39,97	409.737,60	809,17
4	Superestrutura - Formas	478.247,25	3,18	43,15	215.426,69	425,43
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.015.264,32	6,75	49,91	457.326,27	903,15
8	Revestimentos Externos	219.100,80	1,46	51,37	98.694,05	194,91
9	Revestimentos Internos	952.871,28	6,34	57,71	429.221,30	847,64
10	Instalações	2.093.971,20	13,93	71,64	943.230,27	1.862,73
11	Esquadrias	1.320.192,00	8,78	80,42	594.681,08	1.174,40
12	Elevadores	733.440,00	4,88	85,30	330.378,38	652,45
13	Coberturas	293.376,00	1,95	87,25	132.151,35	260,98
14	Impermeabilizações / Isolamentos	293.376,00	1,95	89,20	132.151,35	260,98
15	Pisos e Forros	586.752,00	3,90	93,11	264.302,70	521,96
16	Vidros	102.681,60	0,68	93,79	46.252,97	91,34
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	933.082,04	6,21	100,00	420.307,23	830,04
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>15.029.866,27</b>	<b>100,00</b>		<b>6.770.210,03</b>	<b>13.370,10</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.024,61</b>					

## 5.4. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SINTÉTICA PARA DOZE TORRES

### 5.4.1. Edifício no Sistema Alvenaria Estrutural

#### 5.4.1.1. Tempo Normal de Obra

EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL		384 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 12		ÁREA CONSTRUÍDA: 22.003,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 16,9 meses						
"TN": Tempo Normal						
	ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	4.092.760,70	17,30	17,30	1.843.585,90	3.640,79
2	Superestrutura - Concreto	646.807,63	2,73	20,03	291.354,79	575,38
3	Superestrutura - Aço	405.916,79	1,72	21,75	182.845,40	361,09
4	Superestrutura - Formas	566.115,35	2,39	24,14	255.006,91	503,60
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	1.778.958,72	7,52	31,66	801.332,76	1.582,51
6	Superestrutura - Mão de Obra	2.861.759,30	12,09	43,75	1.289.080,77	2.545,73
7	Alvenaria de Vedação	209.103,89	0,88	44,63	94.190,94	186,01
8	Revestimentos Externos	1.095.504,00	4,63	49,26	493.470,27	974,53
9	Revestimentos Internos	1.499.448,73	6,34	55,60	675.427,36	1.333,86
10	Instalações	3.322.483,20	14,04	69,64	1.496.614,05	2.955,58
11	Esquadrias	1.980.288,00	8,37	78,01	892.021,62	1.761,60
12	Elevadores	1.100.160,00	4,65	82,66	495.567,57	978,67
13	Coberturas	440.064,00	1,86	84,52	198.227,03	391,47
14	Impermeabilizações / Isolamentos	440.064,00	1,86	86,38	198.227,03	391,47
15	Pisos e Forros	880.128,00	3,72	90,10	396.454,05	782,93
16	Vidros	154.022,40	0,65	90,75	69.379,46	137,01
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	2.189.112,02	9,25	100,00	986.086,50	1.947,37
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>23.662.696,73</b>	<b>100,00</b>		<b>10.658.872,40</b>	<b>21.049,60</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.075,42</b>					

### 5.4.1.2. Tempo Normal de Obra + 20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>384 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 12</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA: 22.003,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 20,3 meses</b>					
	<b>"TN+20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	4.092.760,70	17,00	17,00	1.843.585,90	3.640,79
2	Superestrutura - Concreto	646.807,63	2,69	19,69	291.354,79	575,38
3	Superestrutura - Aço	405.916,79	1,69	21,37	182.845,40	361,09
4	Superestrutura - Formas	566.115,35	2,35	23,73	255.006,91	503,60
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	1.778.958,72	7,39	31,12	801.332,76	1.582,51
6	Superestrutura - Mão de Obra	2.861.759,30	11,89	43,00	1.289.080,77	2.545,73
7	Alvenaria de Vedação	209.103,89	0,87	43,87	94.190,94	186,01
8	Revestimentos Externos	1.095.504,00	4,55	48,42	493.470,27	974,53
9	Revestimentos Internos	1.499.448,73	6,23	54,65	675.427,36	1.333,86
10	Instalações	3.322.483,20	13,80	68,45	1.496.614,05	2.955,58
11	Esquadrias	1.980.288,00	8,23	76,68	892.021,62	1.761,60
12	Elevadores	1.100.160,00	4,57	81,25	495.567,57	978,67
13	Coberturas	440.064,00	1,83	83,08	198.227,03	391,47
14	Impermeabilizações / Isolamentos	440.064,00	1,83	84,91	198.227,03	391,47
15	Pisos e Forros	880.128,00	3,66	88,56	396.454,05	782,93
16	Vidros	154.022,40	0,64	89,20	69.379,46	137,01
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	2.599.401,33	10,80	100,00	1.170.901,50	2.312,35
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>24.072.986,04</b>	<b>100,00</b>		<b>10.843.687,41</b>	<b>21.414,58</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1094,07</b>					



### 5.4.1.3. Tempo Normal de Obra -20%

	<b>EDIFÍCIO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	<b>384 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 12</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA: 22.003,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 13,5 meses</b>					
	<b>"TN-20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	4.092.760,70	17,60	17,60	1.843.585,90	3.640,79
2	Superestrutura - Concreto	646.807,63	2,78	20,38	291.354,79	575,38
3	Superestrutura - Aço	405.916,79	1,75	22,13	182.845,40	361,09
4	Superestrutura - Formas	566.115,35	2,43	24,56	255.006,91	503,60
5	Superestrutura - Blocos Estruturais	1.778.958,72	7,65	32,22	801.332,76	1.582,51
6	Superestrutura - Mão de Obra	2.861.759,30	12,31	44,52	1.289.080,77	2.545,73
7	Alvenaria de Vedação	209.103,89	0,90	45,42	94.190,94	186,01
8	Revestimentos Externos	1.095.504,00	4,71	50,13	493.470,27	974,53
9	Revestimentos Internos	1.499.448,73	6,45	56,58	675.427,36	1.333,86
10	Instalações	3.322.483,20	14,29	70,87	1.496.614,05	2.955,58
11	Esquadrias	1.980.288,00	8,52	79,39	892.021,62	1.761,60
12	Elevadores	1.100.160,00	4,73	84,12	495.567,57	978,67
13	Coberturas	440.064,00	1,89	86,01	198.227,03	391,47
14	Impermeabilizações / Isolamentos	440.064,00	1,89	87,91	198.227,03	391,47
15	Pisos e Forros	880.128,00	3,79	91,69	396.454,05	782,93
16	Vidros	154.022,40	0,66	92,35	69.379,46	137,01
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.777.554,81	7,65	100,00	800.700,36	1.581,26
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>23.251.139,52</b>	<b>100,00</b>		<b>10.473.486,27</b>	<b>20.683,49</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1056,72</b>					







### 5.4.3. Edifício no Sistema de Paredes de Concreto

#### 5.4.3.1. Tempo Normal de Obra

EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO		384 UNIDADES				
QUANTIDADE DE TORRES: 12		ÁREA CONSTRUÍDA 22.003,00 m2				
TEMPO DE OBRA: 11,5meses						
"TN": TEMPO NORMAL						
	ITEM	CUSTO (R\$)	% ITEM	% ACUM.	US\$	CUB
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	4.092.760,70	18,29	18,29	1.843.585,90	3.640,79
2	Superestrutura - Concreto	3.554.080,74	15,89	34,18	1.600.937,27	3.161,60
3	Superestrutura - Aço	1.364.426,22	6,10	40,28	614.606,41	1.213,75
4	Superestrutura - Formas	341.605,18	1,53	41,81	153.876,21	303,88
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.522.896,48	6,81	48,61	685.989,41	1.354,72
8	Revestimentos Externos	328.651,20	1,47	50,08	148.041,08	292,36
9	Revestimentos Internos	1.429.306,92	6,39	56,47	643.831,95	1.271,47
10	Instalações	3.140.956,80	14,04	70,51	1.414.845,41	2.794,10
11	Esquadrias	1.980.288,00	8,85	79,36	892.021,62	1.761,60
12	Elevadores	1.100.160,00	4,92	84,28	495.567,57	978,67
13	Coberturas	440.064,00	1,97	86,25	198.227,03	391,47
14	Impermeabilizações / Isolamentos	440.064,00	1,97	88,22	198.227,03	391,47
15	Pisos e Forros	880.128,00	3,93	92,15	396.454,05	782,93
16	Vidros	154.022,40	0,69	92,84	69.379,46	137,01
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.602.017,40	7,16	100,00	721.629,46	1.425,10
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>22.371.428,04</b>	<b>100,00</b>		<b>10.077.219,84</b>	<b>19.900,93</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.016,74</b>					

### 5.4.3.2. Tempo Normal de Obra +20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>384 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 12</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 22.003,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 13,9 meses</b>					
	<b>"TN+20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	4.092.760,70	18,13	18,13	1.843.585,90	3.640,79
2	Superestrutura - Concreto	3.554.080,74	15,74	33,87	1.600.937,27	3.161,60
3	Superestrutura - Aço	1.364.426,22	6,04	39,92	614.606,41	1.213,75
4	Superestrutura - Formas	252.787,83	1,12	41,04	113.868,39	224,87
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.522.896,48	6,75	47,78	685.989,41	1.354,72
8	Revestimentos Externos	328.651,20	1,46	49,24	148.041,08	292,36
9	Revestimentos Internos	1.429.306,92	6,33	55,57	643.831,95	1.271,47
10	Instalações	3.140.956,80	13,91	69,48	1.414.845,41	2.794,10
11	Esquadrias	1.980.288,00	8,77	78,25	892.021,62	1.761,60
12	Elevadores	1.100.160,00	4,87	83,13	495.567,57	978,67
13	Coberturas	440.064,00	1,95	85,08	198.227,03	391,47
14	Impermeabilizações / Isolamentos	440.064,00	1,95	87,03	198.227,03	391,47
15	Pisos e Forros	880.128,00	3,90	90,93	396.454,05	782,93
16	Vidros	154.022,40	0,68	91,61	69.379,46	137,01
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.894.522,74	8,39	100,00	853.388,62	1.685,31
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>22.575.116,03</b>	<b>100,00</b>		<b>10.168.971,18</b>	<b>20.082,12</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.025,99</b>					

### 5.4.3.3. Tempo Normal de Obra -20%

	<b>EDIFÍCIO EM PAREDES DE CONCRETO</b>	<b>384 UNIDADES</b>				
	<b>QUANTIDADE DE TORRES: 12</b>	<b>ÁREA CONSTRUÍDA 22.003,00 m2</b>				
	<b>TEMPO DE OBRA: 9,2 meses</b>					
	<b>"TN-20%"</b>					
	<b>ITEM</b>	<b>CUSTO (R\$)</b>	<b>% ITEM</b>	<b>% ACUM.</b>	<b>US\$</b>	<b>CUB</b>
1	Implantação, Infraestrutura, Terraplenagem, Fundações	4.092.760,70	18,38	18,38	1.843.585,90	3.640,79
2	Superestrutura - Concreto	3.554.080,74	15,96	34,35	1.600.937,27	3.161,60
3	Superestrutura - Aço	1.364.426,22	6,13	40,48	614.606,41	1.213,75
4	Superestrutura - Formas	505.575,67	2,27	42,75	227.736,79	449,74
6	Superestrutura - Mão de Obra	1.522.896,48	6,84	49,59	685.989,41	1.354,72
8	Revestimentos Externos	328.651,20	1,48	51,07	148.041,08	292,36
9	Revestimentos Internos	1.429.306,92	6,42	57,49	643.831,95	1.271,47
10	Instalações	3.140.956,80	14,11	71,59	1.414.845,41	2.794,10
11	Esquadrias	1.980.288,00	8,90	80,49	892.021,62	1.761,60
12	Elevadores	1.100.160,00	4,94	85,43	495.567,57	978,67
13	Coberturas	440.064,00	1,98	87,41	198.227,03	391,47
14	Impermeabilizações / Isolamentos	440.064,00	1,98	89,39	198.227,03	391,47
15	Pisos e Forros	880.128,00	3,95	93,34	396.454,05	782,93
16	Vidros	154.022,40	0,69	94,03	69.379,46	137,01
17	Custos Indiretos de Canteiro / Equipamentos	1.328.963,34	5,97	100,00	598.632,14	1.182,20
	<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>22.262.344,47</b>	<b>100,00</b>		<b>10.028.083,09</b>	<b>19.803,89</b>
	<b>CUSTO / m2: R\$ 1.011,78</b>					





## CAPÍTULO 6: ANÁLISE DE RESULTADOS

### 6.1. SÍNTESE DOS RESULTADOS

A tabela 12 apresenta uma síntese dos resultados obtidos, indicando os custos unitários (R\$/m<sup>2</sup>) para cada tipologia avaliada. Apresenta também os percentuais de incidência da fase estrutural sobre o valor total da obra, dados que serão analisados posteriormente neste capítulo.

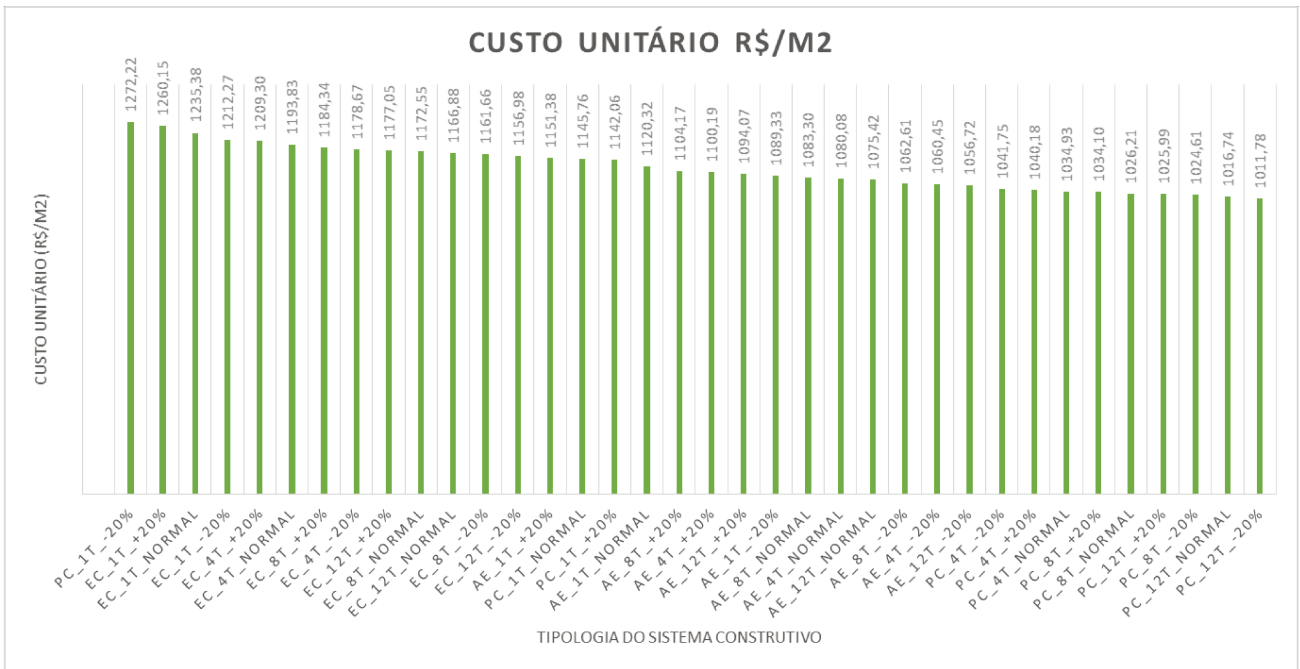
**TABELA 12: SÍNTESE DOS RESULTADOS**

ITEM	TIPOLOGIA	INCIDENCIA DA FASE	PORCENTAGEM	CUSTO
	DO SISTEMA	ESTRUTURAL SOBRE	ACUMULADA ATÉ A	UNITÁRIO
	ESTRUTURAL	O TOTAL DA OBRA	FASE ESTRUTURAL	R\$/m <sup>2</sup>
		(%)	(%)	
1	AE_1T_NORMAL	25,40	42,00	1120,32
2	AE_1T_+20%	24,71	40,86	1151,38
3	AE_1T_-20%	26,12	43,19	1089,33
4	EC_1T_NORMAL	27,24	42,29	1235,38
5	EC_1T_+20%	26,21	41,46	1260,15
6	EC_1T_-20%	27,76	43,10	1212,27
7	PC_1T_NORMAL	32,05	42,25	1145,76
8	PC_1T_+20%	29,09	45,38	1142,06
9	PC_1T_-20%	40,58	55,20	1272,22
10	AE_4T_NORMAL	26,34	43,56	1080,08
11	AE_4T_+20%	25,85	42,76	1100,19
12	AE_4T_-20%	26,83	44,37	1060,45
13	EC_4T_NORMAL	28,19	43,77	1193,83
14	EC_4T_+20%	27,83	43,21	1209,30
15	EC_4T_-20%	28,55	44,33	1178,67
16	PC_4T_NORMAL	30,99	48,96	1034,93
17	PC_4T_+20%	30,03	47,91	1040,18
18	PC_4T_-20%	32,75	50,61	1041,75
19	AE_8T_NORMAL	26,26	43,43	1083,30
20	AE_8T_+20%	25,76	42,61	1104,17
21	AE_8T_-20%	26,78	44,28	1062,61
22	EC_8T_NORMAL	28,70	44,56	1172,55
23	EC_8T_+20%	28,41	44,12	1184,34
24	EC_8T_-20%	28,97	44,98	1161,66
25	PC_8T_NORMAL	30,57	48,70	1026,21
26	PC_8T_+20%	29,79	47,78	1034,10
27	PC_8T_-20%	31,79	49,91	1024,61
28	AE_12T_NORMAL	26,45	43,75	1075,42
29	AE_12T_+20%	26,00	43,00	1094,07
30	AE_12T_-20%	26,92	44,52	1056,72
31	EC_12T_NORMAL	28,84	44,78	1166,88
32	EC_12T_+20%	28,59	44,39	1177,05
33	EC_12T_-20%	29,09	45,16	1156,98
34	PC_12T_NORMAL	30,32	48,61	1016,74
35	PC_12T_+20%	29,65	47,78	1025,99
36	PC_12T_-20%	31,21	49,59	1011,78
AE: ALVENARIA ESTRUTURAL				
EC: ESTRUTURAS DE CONCRETO				
PC: PAREDES DE CONCRETO				

A tabela 13 apresenta os valores de custo unitário (R\$/m<sup>2</sup>) classificados por ordem decrescente de valores. A Figura 26 mostra os mesmos resultados em ordem decrescente em forma de gráfico.

**TABELA 13: CUSTOS UNITÁRIOS EM ORDEM DECRESCENTE DE VALORES**

TIPOLOGIA DO SISTEMA ESTRUTURAL	CUSTO UNITÁRIO R\$/m <sup>2</sup>
PC_1T_-20%	1272,22
EC_1T_+20%	1260,15
EC_1T_NORMAL	1235,38
EC_1T_-20%	1212,27
EC_4T_+20%	1209,30
EC_4T_NORMAL	1193,83
EC_8T_+20%	1184,34
EC_4T_-20%	1178,67
EC_12T_+20%	1177,05
EC_8T_NORMAL	1172,55
EC_12T_NORMAL	1166,88
EC_8T_-20%	1161,66
EC_12T_-20%	1156,98
AE_1T_+20%	1151,38
PC_1T_NORMAL	1145,76
PC_1T_+20%	1142,06
AE_1T_NORMAL	1120,32
AE_8T_+20%	1104,17
AE_4T_+20%	1100,19
AE_12T_+20%	1094,07
AE_1T_-20%	1089,33
AE_8T_NORMAL	1083,30
AE_4T_NORMAL	1080,08
AE_12T_NORMAL	1075,42
AE_8T_-20%	1062,61
AE_4T_-20%	1060,45
AE_12T_-20%	1056,72
PC_4T_-20%	1041,75
PC_4T_+20%	1040,18
PC_4T_NORMAL	1034,93
PC_8T_+20%	1034,10
PC_8T_NORMAL	1026,21
PC_12T_+20%	1025,99
PC_8T_-20%	1024,61
PC_12T_NORMAL	1016,74
PC_12T_-20%	1011,78
AE: ALVENARIA ESTRUTURAL	
EC: ESTRUTURAS DE CONCRETO	
PC: PAREDES DE CONCRETO	



**FIGURA 26:** CUSTOS UNITÁRIOS PARA TODAS AS TIPOLOGIAS, EM ORDEM DECRESCENTE

As tabelas 14 a 16 apresentam uma síntese dos resultados obtidos, separadas por “tempo de execução da obra”. Nessas tabelas, “AE” simboliza “Alvenaria Estrutural”; “EC” simboliza “Estruturas de Concreto”; “PC” simboliza “Paredes de Concreto”; os números “1”, “4”, “8” e “12” seguidos da letra “T” simbolizam o número de Torres analisadas. As figuras 27 a 29 mostram os mesmos resultados em gráficos.

Com essas tabelas é possível avaliar e comparar os custos unitários de cada tipologia, separados por tempo de execução de obra.

**TABELA 14: CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA EM “TEMPO NORMAL”**

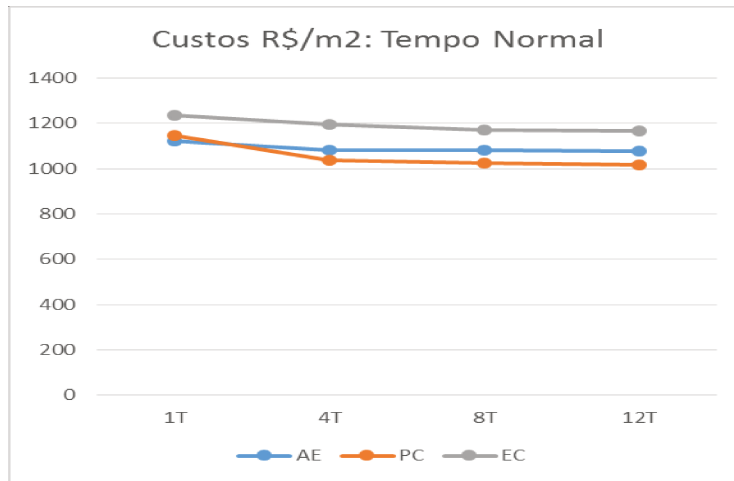
	TEMPO NORMAL (Custos R\$/m <sup>2</sup> )			
	1T	4T	8T	12T
AE	1120,32	1080,08	1083,3	1075,42
PC	1145,76	1034,93	1026,21	1016,74
EC	1235,38	1193,83	1172,55	1166,88

**TABELA 15: CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA EM “TEMPO NORMAL+20%”**

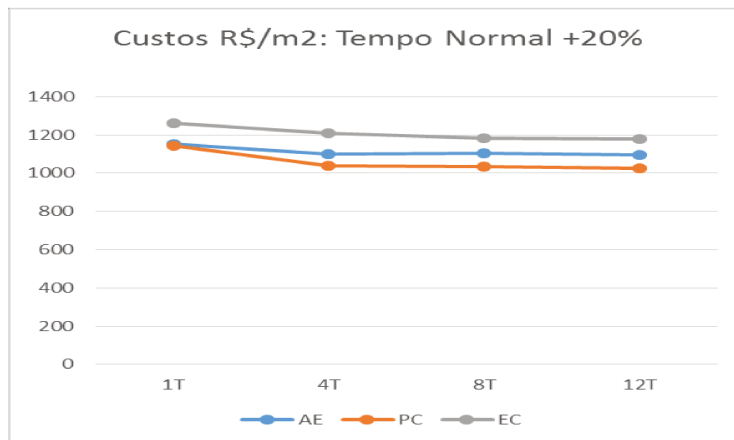
	TEMPO NORMAL +20% (Custos R\$/m <sup>2</sup> )			
	1T	4T	8T	12T
AE	1151,38	1100,19	1104,17	1094,07
PC	1142,06	1040,18	1034,1	1025,99
EC	1260,15	1209,17	1184,34	1177,05

**TABELA 16: CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA EM “TEMPO NORMAL-20%”**

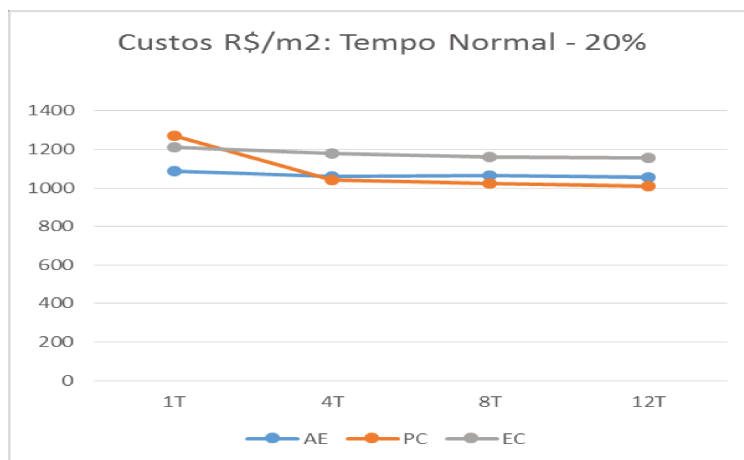
	TEMPO NORMAL -20% (Custos R\$/m <sup>2</sup> )			
	1T	4T	8T	12T
AE	1089,33	1060,19	1062,61	1056,72
PC	1272,22	1041,75	1024,61	1011,78
EC	1212,27	1178,67	1161,66	1156,98



**FIGURA 27: CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA EM “TEMPO NORMAL”**



**FIGURA 28: CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA EM “TEMPO NORMAL+20%”**



**FIGURA 29: CUSTOS UNITÁRIOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA EM “TEMPO NORMAL-20%”**

## **6.2. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL**

Para melhor interpretação dos resultados, considera-se importantes as seguintes observações:

- Nos valores apresentados não estão inclusos os custos de projetos, taxas e emolumentos. Da mesma forma não estão inclusos os custos com paisagismo, pavimentação e drenagem de áreas externas, limitando-se apenas ao corpo principal do prédio. Também não inclusas as despesas indiretas de administração da obra e custo de aquisição de terreno;

- As simulações de tempo de duração de obra ficam sempre condicionadas à disponibilidade local de fornecimento de materiais, mão de obra e equipamentos;

- A construção do cronograma físico da obra, bem como o projeto de canteiro são de fundamental importância para o atendimento aos prazos hipotéticos propostos;

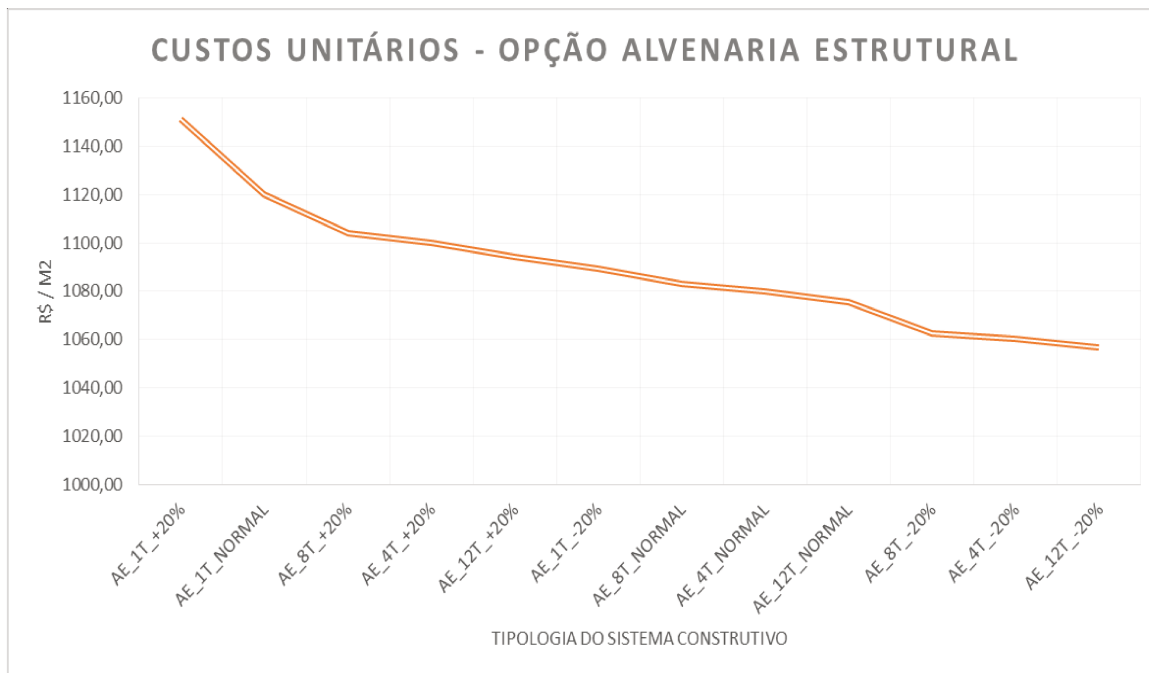
- Os preços utilizados para orçamento são regionais, coletados no local de implantação da obra e na data de elaboração deste trabalho. Para obras situadas em outras regiões pode haver variações.

## **6.3 ANÁLISES COMPLEMENTARES**

Trata o presente subitem, de estabelecer algumas análises complementares além daquelas já apresentadas anteriormente, com a apresentação de gráficos extraídos da Tabela 12 (Síntese dos Resultados) apresentada neste capítulo.

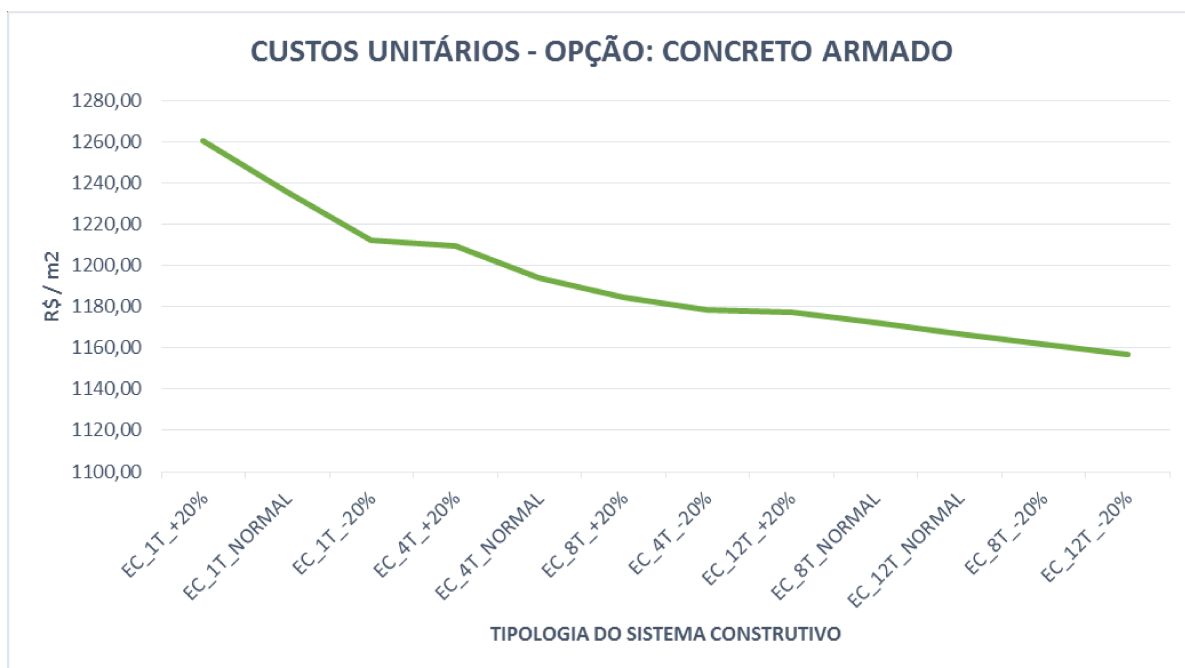
Ao se avaliar as tipologias de sistemas construtivos em separado, pode-se constatar através de gráfico a distribuição desses valores e verificar a tipologia mais vantajosa no quesito “custo unitário”.

A figura 30 mostra a distribuição dos custos unitários do sistema de alvenaria estrutural, com valores em ordem decrescente.



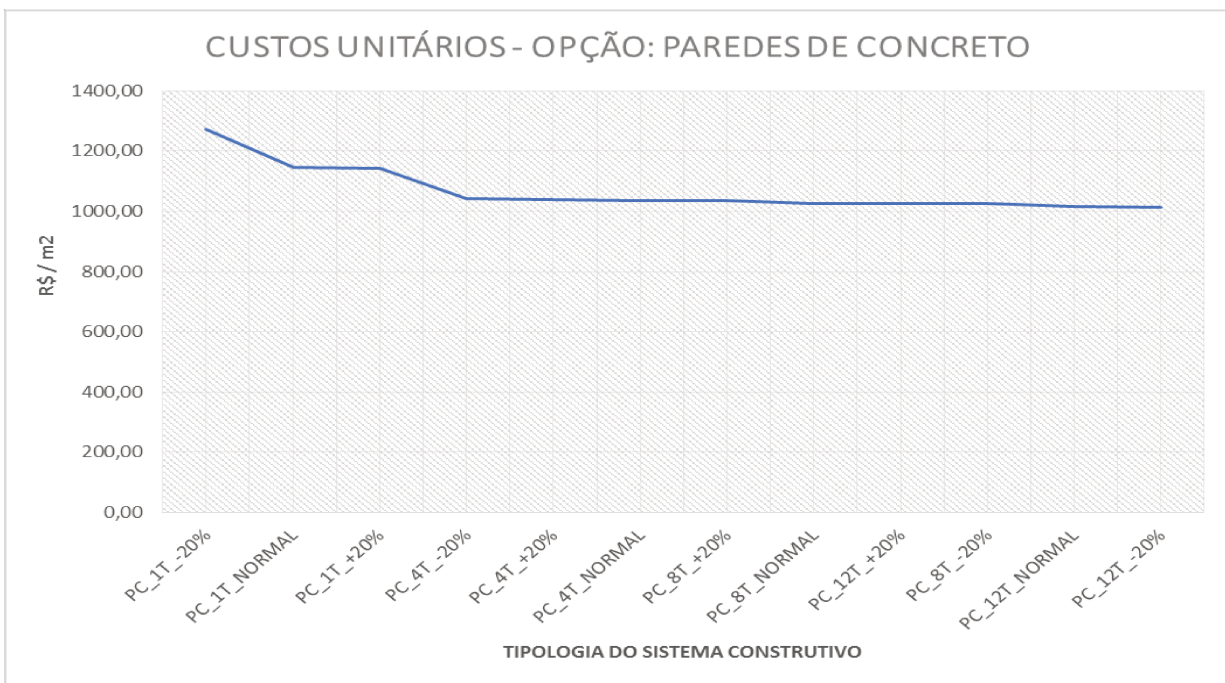
**FIGURA 30: CUSTOS UNITÁRIOS NO SISTEMA “ALVENARIA ESTRUTURAL”**

A figura 31 mostra a distribuição dos custos unitários do sistema de concreto armado, também com valores em ordem decrescente.



**FIGURA 31: CUSTOS UNITÁRIOS NO SISTEMA “CONCRETO ARMADO”**

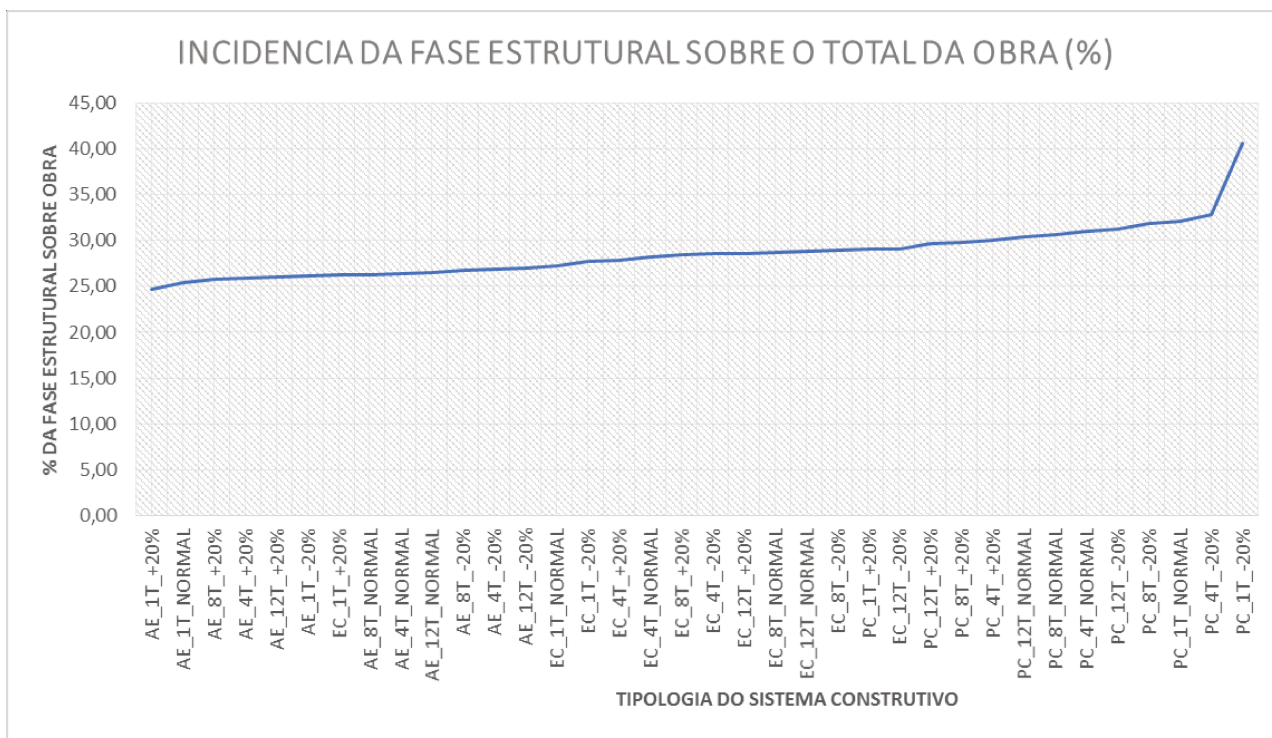
Da mesma forma, a figura 32 mostra a distribuição dos custos unitários do sistema de paredes de concreto:



**FIGURA 32: CUSTOS UNITÁRIOS NO SISTEMA “PAREDES DE CONCRETO”**

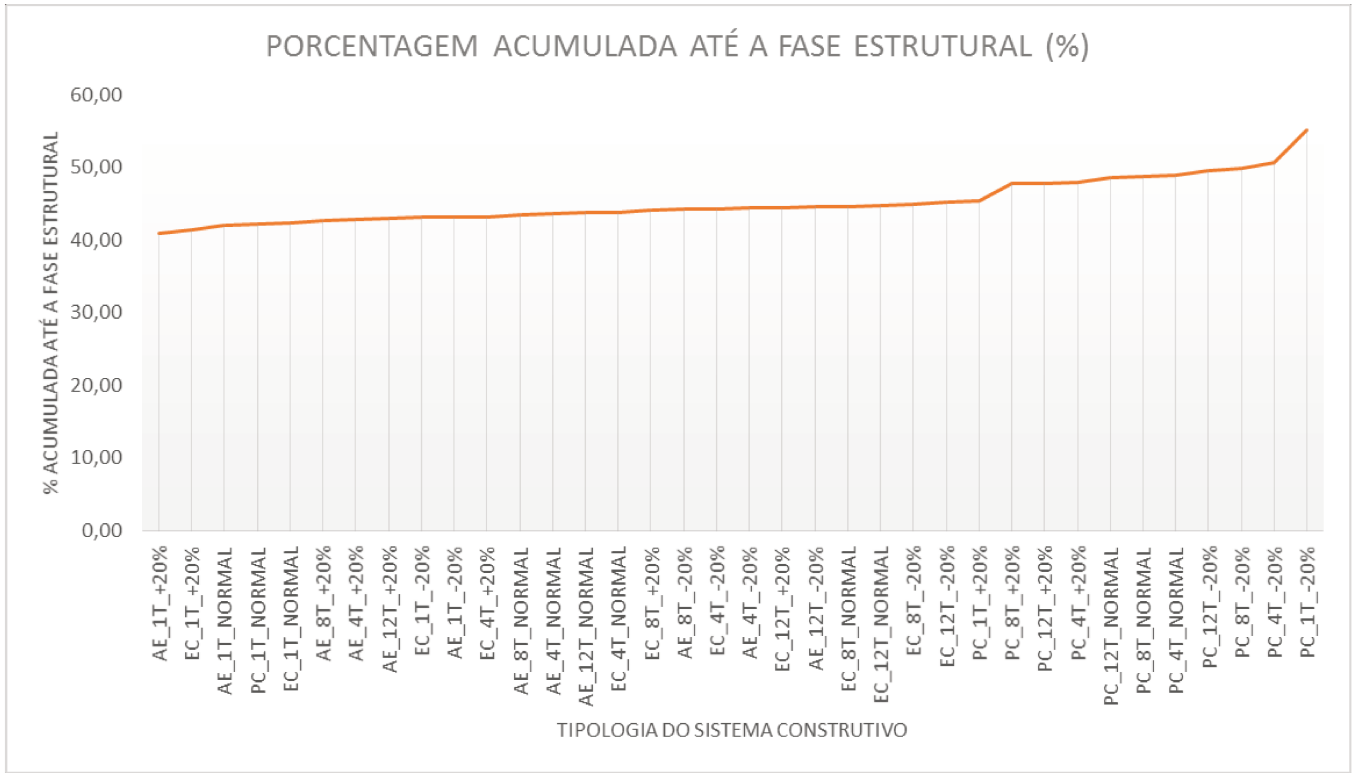
Com o objetivo de avaliar e comparar a relação entre os custos unitários e o percentual de incidência do custo da estrutura sobre o valor total da obra, construiu-se o gráfico da figura 33, também extraído da Tabela 12 (Síntese dos resultados).





**FIGURA 33: INCIDÊNCIA DA FASE ESTRUTURAL SOBRE O TOTAL DA OBRA**

A figura 34 complementa a anterior, mostrando em gráfico os percentuais acumulados até a conclusão da fase estrutural. Este gráfico permite avaliar o desembolso financeiro até a conclusão desta fase.



**FIGURA 34: PORCENTAGEM ACUMULADA ATÉ A FASE ESTRUTURAL**

## CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 12 a 16 e ilustrados nas figuras 26 a 34, considera-se pertinentes as seguintes conclusões:

- Os valores de custo por metro quadrado de construção flutuam próximos daqueles apresentados nas tabelas do SINDUSCON, validando assim os métodos adotados para coleta de dados e orçamento;

- Verificando os resultados, observa-se que para a construção de uma única torre (1T) há vantagem para o sistema de Alvenaria Estrutural. Nessa situação, os custos de aquisição de formas para o sistema de Paredes em Concreto foram determinantes para o resultado;

- Para as situações de construção de 4, 8 e 12 torres nota-se uma tendência de paralelismo entre as retas, sempre com vantagem econômica para o sistema de Paredes em Concreto;

- Para construção em tempo normal (TN) e tempo normal +20% (TN+20%), observa-se um distanciamento maior entre as retas, indicando que os custos por metro quadrado ficam mais distantes de uma solução para outra;

- Para construção mais rápida (TN-20%) observa-se uma proximidade entre as retas, mas sempre com vantagem para o sistema de Paredes em Concreto;

- Observando a tipologia pesquisada de 12 torres com tempo de duração 20% menor, o custo por metro quadrado resultou em R\$ 1.011,78/m<sup>2</sup> para Paredes em Concreto e R\$ 1.056,72/m<sup>2</sup> para Alvenaria Estrutural. Considerando-se que a área total construída, para essa hipótese, seja de 22.003 m<sup>2</sup>, o desembolso total para Paredes em Concreto seria de R\$ 22.262.344,48 enquanto que para Alvenaria Estrutural seria de R\$ 23.251.139,53. Há portanto uma economia de R\$ 988.795,05 no custo global da obra, ou, 4,25% de economia;

- A espessura das paredes de concreto, considerada no orçamento, foi de 12cm. Admitindo que algumas paredes com menor carga (ou todas, a depender do

“refinamento” do projeto estrutural), pudessem ser construídas com espessura 10cm, a diferença em valor absoluto e percentual seriam ainda maiores;

- Esta pesquisa teve como foco apenas a obtenção de custos relativos à construção das torres. Adentrando ao campo da economia, pode-se admitir que a redução de tempo de obra pode ser revertida em ganho de capital investido, uma vez que a comercialização dos produtos ocorre em tempo anterior ao previamente estimado;

- Para a perfeita condução dos trabalhos nos tempos hipoteticamente simulados, é necessário que todo o suprimento de materiais e equipamentos esteja disponível nas datas corretas. É necessário um perfeito planejamento. Ocorre em muitas situações um descompasso entre as aprovações de projetos por órgãos públicos e a disponibilidade de equipes de mão de obra, o que pode inviabilizar todo o planejamento.

- A tipologia “PC1T” (paredes em concreto, 1 Torre) está entre as de maior custo unitário. Isso pode ser explicado pela necessidade de aquisição de formas de alumínio, conforme indicado no início do Capítulo 5 em “parâmetros específicos para paredes em concreto”;

- As tipologias “PC4T”, “PC8T” e “PC12T” (paredes em concreto, para 4, 8 e 12 Torres) estão entre as de menor custo unitário. Isso pode ser explicado pela diluição do custo de aquisição de formas;

- Na avaliação dos custos da obra no sistema Alvenaria Estrutural, constata-se que as tipologias “AE1T” estão entre as de maior custo unitário, enquanto que nas tipologias “AE4T”, “AE8T” e “AE12T” esse custo é menor. Justifica-se essa diferença pela diminuição dos custos indiretos quando se constrói maior número de unidades;

- Na avaliação dos custos da obra no sistema “Concreto Armado”, verifica-se que as tipologias “EC1T” apresentam o maior custo unitário, enquanto que as tipologias “EC8T” e “EC12T” apresentam os menores custos unitários;

- Na opção “paredes em concreto” constata-se nitidamente que as tipologias que contemplam apenas uma torre têm custos unitários significativamente maiores que as tipologias que contemplam 12 torres;

- Ao se verificar os percentuais da fase estrutural sobre o custo total da obra (figura 33), nota-se uma concentração de valores com menor percentual de incidência para o sistema de alvenaria estrutural, e uma concentração de valores com maior incidência para o sistema de paredes em concreto. O sistema de concreto armado convencional situa-se visivelmente na faixa intermediária. Embora o sistema de paredes em concreto tenha o percentual de incidência de custo de sua estrutura num patamar superior, sua vantagem se torna perceptível por fatores como redução de custos de revestimentos e custos indiretos menores quando se tem um número relativamente grande de repetições de unidades habitacionais;

- A construção da tipologia “PC1T” é inviável economicamente pois o custo unitário notadamente extrapola a média geral de todas as outras tipologias. Assim sendo, pode-se com relativa certeza afirmar que o sistema é compensador quando se tem repetições de unidades, ou quando o empreendedor já tem as formas prontas para serem utilizadas;

O sistema de Paredes em Concreto mostrou-se vantajoso em praticamente todas as simulações, porém é fundamental que todos os projetos executivos estejam desenvolvidos em sua totalidade, e com qualidade, não havendo espaços para improvisações em obra.

Nessa linha de raciocínio, observou-se que o tempo de maturação e a qualidade dos projetos executivos oferece forte influência sobre os custos finais do empreendimento.

Como vem sendo observado no mercado, e levando em conta estes resultados apresentados, sugere-se que o sistema de Paredes em Concreto deva ganhar mercado nos próximos anos, por se constituir em sistema racional, econômico e eficiente, gerando pouca quantidade de resíduos e ocupando um menor efetivo de mão de obra.

Esta pesquisa atingiu seus objetivos, apresentando com detalhes os sistemas construtivos em questão, e avaliando aspectos técnicos e econômicos pertinentes. Apresentou o sistema construtivo inovador de Paredes de Concreto, observando consideráveis vantagens econômicas desse sistema em relação aos demais.



## REFERÊNCIAS

ADESSE, Eliane; SALGADO, Mônica Santos. **Importância do coordenador do projeto na gestão da construção: a visão do empreendedor**. VI WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2006, SÃO PAULO, BRASIL, 2006, 2006. 10 p., il., color

ALBUQUERQUE NETO, E.T.; MELHADO, S.B. **A certificação de sistemas da qualidade pelas normas ISO 9000 e a sua aplicabilidade em escritórios de projetos no setor da construção civil no Brasil**. São Paulo, SP. 1998. 7p. Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: soluções para o terceiro milênio, São Paulo, 1998. Artigo técnico.

AMORIM, S.R.L. **O gerenciamento de projetos de edifícios: fator de eficiência para a construção civil leve no Brasil**. Niterói, RJ. 1999. p. 743-747. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12º, Florianópolis, 1993. Artigo técnico.

AQUINO, J.P.R.; MELHADO, S.B. **Perspectivas da utilização generalizada de projetos para produção na construção de edifícios**. São Carlos, SP. 2001. 6p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055:2012. **Parede de Concreto Moldada “in loco” para construção de edificações: Requisitos e Procedimentos**. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM (ABESC). **Uso do CDC em paredes de concreto**. Artigo disponível em <http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html>. Acesso em 30 jul.2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 1228**: Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 6118**: Projeto e Execução de Estruturas em Concreto Armado. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 8949**: Paredes de Alvenaria Estrutural: Ensaio à Compressão Simples. 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR6136**: Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural. 1980

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR7186**: Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria com Função Estrutural. 1982

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR8798**: Execução e Controle de Obras em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto. 1985

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 15.575:2013**. Edificações Habitacionais - Desempenho. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 16.055:2012**. Paredes de concreto moldadas in loco para construção de edificações: requisitos e procedimentos. 2012.

ASSUMPÇÃO, J.F.P; FUGAZZA, A.E.C. **Coordenação de projetos de edifícios: um sistema para programação e controle do fluxo de atividades do processo de projetos**. São Carlos, SP. 2001. 8p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

AUSTRALIAN STRANDARD (1998). **AS3700 – Masonry structures**. 2 ed. Homebush, Austrália.

AUSTRALIAN STRANDARD **AS3600: Concrete Structures**. North Sydney, NSW, Australia, 2001.

AZEREDO, H.A. **O Edifício até sua cobertura**: Editora Edgard Blücher, 1977.

BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. **A postura atual das empresas de projeto em relação à gestão da qualidade**. Florianópolis, SC. 1998. v.2 p. 325-332. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo técnico.

BIOTTO, C.N.; FORMOSO, C.T.; ISATTO, E.L. **O uso da modelagem BIM 4D no projeto e gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Juiz de Fora, MG. 2012. 10p. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14º, Juiz de Fora, 2012. Artigo técnico.

BLOCOS DE CONCRETO SP. **Imagem**. Disponível em <http://www.blocosdeconcreto.net/>. Acesso em 03.mai.2014.

BOGGIO, A. J. **Um modelo de documentação da qualidade para a construção civil**. Porto Alegre, RS. 1995. p. 127-147, il. In: Gestão da Qualidade na Construção Civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte, cap.5.

BORDIN, L.; SCHMITT, C.M.; GUERREIRO, J.M.C.N. **A importância de melhor gerenciar a utilização de sistemas colaborativos para o desenvolvimento de projetos na indústria da construção civil**. Porto Alegre. 2002. 5p., il. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2., Porto Alegre, 2002. Artigo Técnico.



BRAGA, Ricardo. **Implementação de Sistemas de gestão da qualidade em escritório de projeto**. Belo Horizonte, 2008, 40 f., il, Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008

BRASIL. ENGENHARIA. **Imagem**. Disponível em <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/572-a-mello-azevedo-esta-construindo-o-primeiro-patio-vertical-betim-minas-gerais>. Acesso em 03.mai.2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional da Habitação. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – Sinat. **Diretriz para Avaliação Técnica de sistemas construtivos em paredes de concreto armado moldadas no local**. Disponível em [https://www.google.com.br/?gfe\\_rd=cr&ei=ALpPVLyRJLd8geC5YC4Cw&gws\\_rd=ssl#q=sinat+paredes+de+concreto](https://www.google.com.br/?gfe_rd=cr&ei=ALpPVLyRJLd8geC5YC4Cw&gws_rd=ssl#q=sinat+paredes+de+concreto). Acesso em 15.mai.2014.

BRASIL. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea. **CAIC: Solução ou Problema?** Texto. Disponível em [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1717/1/td\\_0363.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1717/1/td_0363.pdf). Acesso em 03.mai.2014.

BRASILIANO, A.E.; CALMON, J.L. **O desenvolvimento de projetos de edificações públicas sob a perspectiva da nova filosofia de produção**. Fortaleza, CE. 2001. 13p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE, 2001. Artigo técnico.

BRASILIANO, A.E.; CALMON, J.L. **Um modelo de gestão do desenvolvimento de projetos das edificações públicas baseado nos princípios da engenharia simultânea**. São Paulo, SP. 2000. 11p. Seminário sobre Lean Construction, 5 e Seminário Internacional sobre Lean design Build.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5628: Code of practice for Structural use of masonry. Part 1. Unreinforced masonry**. Londres, Inglaterra, 1992.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 8110: Structural Use of Concrete, Part 1 – Code of practice for Design and Construction**. Londres, 1997.

BUSSAB, S., CURY, F.J. Arquitetura – **Manual Técnico de Alvenaria**: Projeto Editores Associados, 1990.

CAMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC). **Artigo** disponível em <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/falta-de-mao-de-obra-ja-incomoda-menos-a-construcao-civil-0>. Acesso em 19 out.2013.

CAVALIERI, A.M.V. **Memória das escolas de tempo integral do Rio de Janeiro**. Disponível

[http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe1/anais/017\\_ana\\_maria\\_vilella.pdf](http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe1/anais/017_ana_maria_vilella.pdf). Acesso em 03.mai.2014.

CAZET, A.F.; LOVATTO, S.S.; JOBIM, M.S.S. **A validação de projeto em empresas construtoras e incorporadoras**. Porto Alegre. 2002. 5p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Porto Alegre, 2002. Artigo Técnico.

CLARET, A.M., MEDEIROS JUNIOR, G. **Parâmetros de Custos em Edifícios de Pequena Altura**: Construção Metálica, ABCEM, edição 21, 1995.

COELHO, S.S.; NOVAES, C.C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. Disponível em [http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO\\_2008.pdf](http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf). Acesso em 23.abr.2014.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Modelos para tomada de decisão**. Disponíveis em [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br). Acesso em 30 jul.2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDUSTRIA. **Falta de Mão de Obra Qualificada**. Artigo. Disponível em [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1172](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1172). Acesso em 19 out.2013.

DANTAS, M.M.; SOUZA, U.E.L. **Proposição de ações para melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais por meio da utilização do método Delphi**. Boletim Técnico BT/PCC/465. Escola Politécnica da USP, 2007.

DIAS, L.A.M. **Estruturas de Aço – Conceitos, Técnicas e Linguagem**: Editora Zigate. 1998.

DIRECIONAL ENGENHARIA. **Direcional Engenharia e parede de concreto: uma experiência de sucesso**. Artigo. Disponível em <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-home/direcional-engenharia-e-parede-de-concreto-uma-experiencia-de-sucesso>. Acesso em 30 jul.2013.

DUARTE, T.M.P.; SALGADO, M.S. **Certificação de empresas de projeto no Rio de Janeiro: indicativo da situação**. São Carlos, SP. 2001. 4p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

ENV-EC2 (1992), **“Eurocode 2: Design of Concrete Structures-part1: General Rules and Rules for Buildings”**, British Standards Institution, London, 1992.

FABRÍCIO, M.M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Orientação de Silvio Burrattino Melhado. São Paulo, SP. 2002. 350p., il. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

FABRICIO, M.M.; BAÍA, J.L.; MELHADO, S.B. **Estudo do fluxo de projetos: cooperação sequencial X colaboração simultânea.** Recife, PE. 1999. 10p., il. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. Artigo técnico.

FABRICIO, M.M.; MELHADO, S.B. **Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios.** São Carlos, SP. 2001. 6p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **Artigo** disponível em <http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/fiesp-vai-apresentar-propostas-para-resolver-problema-da-falta-de-255390-1.aspx>. Acesso em 19 out.2013.

FERREIRA, R.C. **Os diferentes conceitos adotados entre gerência, coordenação e compatibilização de projeto na construção de edifícios.** São Carlos, SP. 2001. 3p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

FIGUEIREDO, Dalmo; ANDERY, Paulo. **Gestão da Qualidade e Sistemas de Certificação.** V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 29-31 DE OUTUBRO. 2007, Campinas, SP, 2007. CD ROOM.

FORMOSO, C.T. **Gestão da qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte, relatório de pesquisa.** Organização de Carlos Torres Formoso. Porto Alegre. 2001. 6 v., il. Volumes com título e autores próprios.

FORMOSO, C.T.; TZORTZOPOULOS, P. **Gestão da qualidade no processo de projeto.** Organização de Carlos Torres Formoso. Porto Alegre. 2001. 354 p. Relatório de pesquisa publicado em meio impresso e digital.

FORMOSO, C.T.; TZORTZOPOULOS, P.; JOBIM, M.S.S., *et al.* **A protocol for managing the design process in the building industry in Brazil.** Londres, UK. 1999. p. 393-403. In: Profitable partnering in construction procurement, 1º, Chiang Mai, Tailândia, 1999. Artigo técnico.

FORMOSO, C.T.; TZORTZOPOULOS, P.; JOBIM, M.S.S., *et al.* **Developing a protocol for managing the design process in the building industry.** São Paulo, SP. 1998. 1v. In: International Group for Lean Construction Meeting, 6º, Guarujá, 1998. Artigo técnico.

FORMOSO, Carlos T.; MOURA, Patrícia. **Um estudo sobre a coordenação do processo de projeto em empreendimentos complexos.** ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 11., 2006, FLORIANÓPOLIS, 2006, Florianópolis, SC, 2006. 11 p

FPNQ: FUNDAÇÃO PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE. **Primeiros Passos para a Excelência**, 2004. Disponível em [www.fpnq.org.br](http://www.fpnq.org.br). Acesso em 15 jun.2005.

FREIRE, A.S. **Indicadores de projeto para edifícios em alvenaria estrutural**. 2008. 138f. Orientação de Guilherme Aris Parsekian. São Carlos, 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 2007.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **O peso da mão de obra**. Artigo disponível em <http://www.metallica.com.br/custo-da-mao-de-obra-na-construcao-ultrapassa-12-no-periodo-de-12-meses>. Acesso em 19 out.2013.

GALLELLO, D. **Bim está mudando a maneira de projetar no mundo inteiro**. Disponível em <http://piniweb.pini.com.br/construcao/arquitetura/bim-esta-mudando-a-maneira-de-projetar-no-mundo-inteiro-93523-1.aspx>. Acesso em 24.abri.2014.

GIANDON, A.C.; MENDES JR, R.; **Gerenciamento eletrônico de documentos no processo de projetos de edifícios**. São Carlos, SP. 2001. 5p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

GOMES, N.S. **Normalização - Manual Técnico de Alvenaria**: Projeto Editores Associados, 1990.

GRILO, L.M.; MONSERRAT, D.P.; SANTOS, L.A.; FILIPI, G; MELHADO, S.B.; **Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto**. Porto Alegre, RS. 2003. 13p., il. In: Ambiente Construído, Revista da ANTAC. Porto Alegre, 2001. Artigo Técnico.

GRUPO.CONSTRUFRAN.**Imagem**.Disponível.em.<http://www.grupoconstrufran.com.br/portal/francano/2012/08/30/ceramica/>. Acesso em 03.mai.2014.

GUERRIN, A. **Traité de Béton Armé – Tome I – 3ª. Edition** - Editora Dunod (Paris – França). 1965.

HPF\_ENGENHARIA.**Artigo**.Disponível.em:<http://www.hpfengenharia.com/2012/04/pain-eis-estruturais-pre-moldados-macicos-de-concreto-armado-para-execucao-de-paredes/>. Acesso em 30 jul.2013

INSTITUTO HISTORIAR. **Instituto Historiar faz palestra no CIEP Clóvis Tavares**. Imagem. Disponível: <http://institutohistoriar.blogspot.com.br/2012/04/instituto-historiar-faz-palestra-no.html>. Acesso em 03.mai.2014.

JOBIM, M.S.S. **Qualidade de projeto: discussão conceitual baseada em estudo de caso**. Recife, PE. 1999. 10p., il. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. Artigo técnico.

JORNAL DE CARUARU. **Caic realiza II Festival Multicultural com ações para população. Artigo** disponível em <http://jornaldecaruaru.wordpress.com/2013/12/12/caic-realiza-ii-festival-multicultural-com-acoes-para-populacao/>. Acesso em 03.mai.2014.

JUNGLES, Antônio; COSTA, Adolfo César; OLIVEIRA, Ricardo. **Diretrizes para o desenvolvimento da comunicação no gerenciamento de projetos: uma abordagem da teoria da ação como perspectiva da linguagem.** ENCONTRO DE TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, PORTO ALEGRE, RS, 2007, Porto Alegre, RS, 2007. 10 p.

KURKDJIAN, J.K. **Cálculo Estrutural** - Manual Técnico de Alvenaria: Projeto Editores Associados Ltda. 1990

LANA, M.P.C.V.; ANDERY, P.R.P. **Integração projeto-produção: um novo paradigma cultural.** São Carlos, SP. 2001. 5p. Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

LIMA JR., J.R. **Gerenciamento na construção civil: uma abordagem sistêmica.** Boletim Técnico BT 27/90. São Paulo, SP. 1990. 47p

MANZIONE, Leonardo; ROCHA, Vanessa; MELHADO, Silvio. **Coordenação eficaz: quais as principais ações que um coordenador deve adotar em situações críticas?** V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 29-31 DE OUTUBRO. 2007, Campinas, SP, 2007. CD ROOM

MASCARÓ, J.L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas** – 4ª. Ed. – Porto Alegre – Masquatro Editora, 2006. 192p.

MELHADO, S.B. **Gestão da qualidade: importância do projeto para a competitividade na construção de edifícios.** São Paulo, SP. 1997. 3p. In: Workshop Tendências Relativas à Gestão da Qualidade na Construção de Edifícios, 1997, São Paulo. Artigo técnico.

MELHADO, S.B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade no processo de projeto voltado à construção de edifícios.** 2001. 265 f. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MELHADO, S.B. **Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios.** Florianópolis, SC. 1998. v.2 p. 739-747. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7º, Florianópolis, 1998. Artigo técnico.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994. 294 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MELHADO, Silvio Burratino; GONÇALVES, Cilene Maria Marques. **Análise da Interface de Projeto com a Produção de Edifícios e da Retroalimentação do Processo de Projeto**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2009, SÃO CARLOS, BRASIL, 2009, 2009. p. 345-358., il

MENDES, Alexandre; PICCHI, Flávio Augusto. **Levantamento bibliográfico das principais motivações e dificuldades de implantação além dos benefícios trazidos com a implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas nacionais e internacionais**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, FORTALEZA, CE, 2008, Fortaleza, CE, 2008. 10 p

MENDES; HIPPERT, Maria Aparecida; NUNES, Roberta. **Gerenciamento de projetos: metodologia PMBOK® x Lean Construction**. VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2011, BELÉM, PA, 2011, Belém, PA, 2011. 10 p., il., color.

MONTOYA, P.J., MESEGUER, A.G., CAPRE, F.M. **Hormigón Armado** – Editorial Gustavo Gilli S/A – 11ª edição. 1981

MOURA, A.C. **Tecnologia BIM - o futuro da Arquitetura e Engenharia**. Disponível em <http://blog.render.com.br/arquitetura-2/tecnologia-bim-%E2%80%93-o-futuro-da-arquitetura-e-engenharia/>. Acesso em 24.abr.2014.

NOBREGA, C.P. **Qualidade do processo de projeto em empresas de arquitetura no DF com foco em retroalimentação**. Orientação de Raquel Naves Blumenschein. Brasília, DF. UNB. 2009. 184p., il. Dissertação (Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2009.

NOVAES, C.C. **Construção de edifícios: valorização do projeto em um contexto de mudanças**. São Paulo, SP. 1997. 3p. In: Workshop Tendências Relativas à Gestão da Qualidade na Construção de Edifícios, São Paulo, 1997. Artigo técnico.

NOVAES, C.C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. Orientação de Luiz Sérgio Franco. São Paulo, SP. USP. 1996. 280p.. Tese (Doutorado em Engenharia - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996).

NOVAES, Celso; COELHO, Sérgio; MATTAR, Daniela. **Estudo comparativo dos recursos disponíveis em extranet colaborativa de gestão de projetos, com base em sistemas proprietários ou em software livre**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, FLORIANÓPOLIS, 2006, Florianópolis, SC, 2006. 9 p

OHASHI, Eduardo Augusto; MELHADO, Silvio. **Diretrizes para o gerenciamento de empreendimentos imobiliários residenciais baseados no PMBOK e ISO 10006:2003**.

V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 29-31 DE OUTUBRO. 2007, Campinas, SP, 2007. CD ROOM.

OLIVEIRA, N. C. **Fases da Alvenaria** – Manual Técnico de Alvenaria: Projeto Editores Associados Ltda; 1990.

OLIVEIRA, O.J. **Influências do projeto de produção e do projeto de canteiro no sistema logístico da construção de edifícios**. São Carlos, SP. 2001. 5p. Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

PEREIRA, Eliane; AMARAL, Tatiana Gondim do; DIAS, João Fernando. **Gestão da qualidade e sistemas de certificação**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, FORTALEZA, CE, 2008, Fortaleza, CE, 2008. 10 p

PEREIRA, J.L. **Racionalização** - Manual Técnico de Alvenaria: Projeto Editores Associados Ltda; 1990.

PICCHI, F.A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 461 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

PICORAL, R.B.; SOLANO, R.S. **Coordenação de projetos: procedimentos de incorporadoras**. Florianópolis, SC. 1996. p. 83-92. Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil, Florianópolis, 1996. Artigo técnico.

PINI EDITORA. **Custos unitários Pini de edificações**. São Paulo. Disponível em <http://www.guiadaconstrucao.pini.com.br>. Acesso em 17.mai.2014.

PMI BRASIL. **Guia PMBOK**. Disponível em [www.brasil.pmi.org.br](http://www.brasil.pmi.org.br). Acesso em 29.abr.2014

PREFEITURA DE NOVA VENEZA. **Casas de Pedra**. Artigo disponível em <http://www.novaveneza.sc.gov.br/turismo/item/detalhe/922>. Acesso em 03.mai.2014.

REBELLO, Y.C.P. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura** - 4ª.Ed. - São Paulo - Zigurate Editora, 2006. 271p.

REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO. **Solo firme**. Disponível em [www.piniweb.com](http://www.piniweb.com). Publicação em 14 jun.2005.

REVISTA GRANDES CONSTRUÇÕES. **Artigo**, disponível em: [http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=124](http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com_content&view=article&id=124). Acesso em 25 out.2013.

REVISTA TECHNE. **Paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas plásticas.** Artigo disponível em <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/150/sistemas-construtivos-paredes-de-concreto-armado-moldadas-no-local-151697-1.asp>. Acesso em 30 jul.2013

REVISTA TÉCNE. **Alerta! Deformações excessivas.** Disponível em [www.piniweb.com](http://www.piniweb.com). Publicação em 21/05/2005.

REVISTA TECHNE. **Imagem.** Disponível em <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/181/artigo286905-3.aspx>. Acesso em 03.mai.2014.

RODRÍGUEZ, M.A.A.; HEINECK, L.F.M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte.** Fortaleza, CE. 2001. 12p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza, CE, 2001. Artigo técnico.

ROMAN, Humberto; FOSSATI, Michele. **Avaliação de uma metodologia para implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de projetos para a construção civil.** Porto Alegre, p. 45-58, 2006

SCHMITT, C.M.; GUERRERO, J.M.N.; BORDIN, L.: **Processo de projeto de obras de edificação: a extranet como geradora de ambiente integrado.** São Carlos, SP. 2001. 5p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

SCHRAMM, Fábio; FORMOSO, Carlos Torres. **Avaliação do impacto do projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos da construção civil.** VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2011, BELÉM, PA, 2011, 2011. 12., il

SCHRAMM, Fábio; RODRIGUES, Alana; FORMOSO, Carlos. **O papel do projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos complexos.** V SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 29-31 DE OUTUBRO. 2007, Campinas, SP, 2007. CD ROOM.

SERRA, S.M.B.; PALIARI, J.C. **Desenvolvimento de ferramentas gerenciais para o projeto do canteiro de obras.** São Carlos, SP. 2001. 5p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

SILVA, M.A.C., SOUZA, R. **Gestão do Processo de Projeto de Edificações.** 1ª. Ed. 2003. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON – SP). **Custo Unitário Básico (C.U.B.); Tabela de Encargos Sociais.** Dados disponíveis em [www.sindusconsp.com.br](http://www.sindusconsp.com.br). Acesso em 06.junho.2014.



SOLANO, R.S.; PICORAL, R.B. **Coordenação de projetos na construção civil: subsetor edificações: a análise dos procedimentos em uma empresa especializada.** São Carlos, SP. 2001. 5p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

SOUZA E SILVA, M.F.; HEINECK, L.F.M. **Equipes de projeto de edificações e seu potencial como equipes de gestão de conhecimento: uma reflexão preliminar.** São Carlos, SP. 2001. 4p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos, 2001. Artigo técnico.

SOUZA, A.L.R.; MACIEL, L.L.; MELHADO, S.B. **O processo de projeto dos edifícios.** São Paulo, SP. 1997. 3p. In: Workshop Tendências Relativas à Gestão da Qualidade na Construção de Edifícios, São Paulo, 1997. Artigo técnico.

SOUZA, C.V. **Implementação de um sistema de gestão da qualidade em escritórios de projeto arquitetônico de pequeno porte.** Orientação de Paulo Roberto Pereira Andery. Belo Horizonte, MG. UFMG. 2008. 225p., il. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

TCPO14. **Tabela de composições de preços para orçamentos** – 14<sup>a</sup>. edição – São Paulo – Editora Pini, 2012. 640p.

THOMSON, REUTERS. **Câmbio: Dolar Comercial.** Dados disponíveis em <http://economia.uol.com.br/cotacoes/cambio/dolar-comercial-estados-unidos/?historico>. Acesso em 05.agosto.2014.

TOMO, F.C. **Crítérios para projeto de edifícios com paredes portantes de concreto pré-moldado.** Orientação de Libânio Miranda Pinheiro. São Carlos, 2012. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadas de pequeno porte.** Orientação de Carlos Torres Formoso. Porto Alegre, RS. UFRGS/NORIE. 1999. 163p., il. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; LIEDTKE, R. *et al.* **Diretrizes para a modelagem do processo de desenvolvimento de projeto de edificações.** Florianópolis, SC. 1998. v.2 p. 627-634. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 7<sup>o</sup>, Florianópolis, 1998. Artigo técnico.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR – **Corrosão em estruturas metálicas.**

Disponível:<http://www.cesec.ufpr.br/metallica/patologias/cuidados%20em%20projetos/cuidados%20em%20projetos.htm>. Acesso em 30 out.2013.

VASCONCELOS, A.C. **Estruturas da Natureza. Um Estudo da Interface entre Biologia e Engenharia**. Editora Studio Nobel. São Paulo, 2000.

VICTOR, C.L. **Tecnologia da informação e gerência de projetos: estudo da construção do Campus da Universidade Federal Fluminense**. Orientação de Sérgio Roberto Leusin de Amorim. Niterói, RJ. UFF. 2000. 207p. il.. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, 2000.

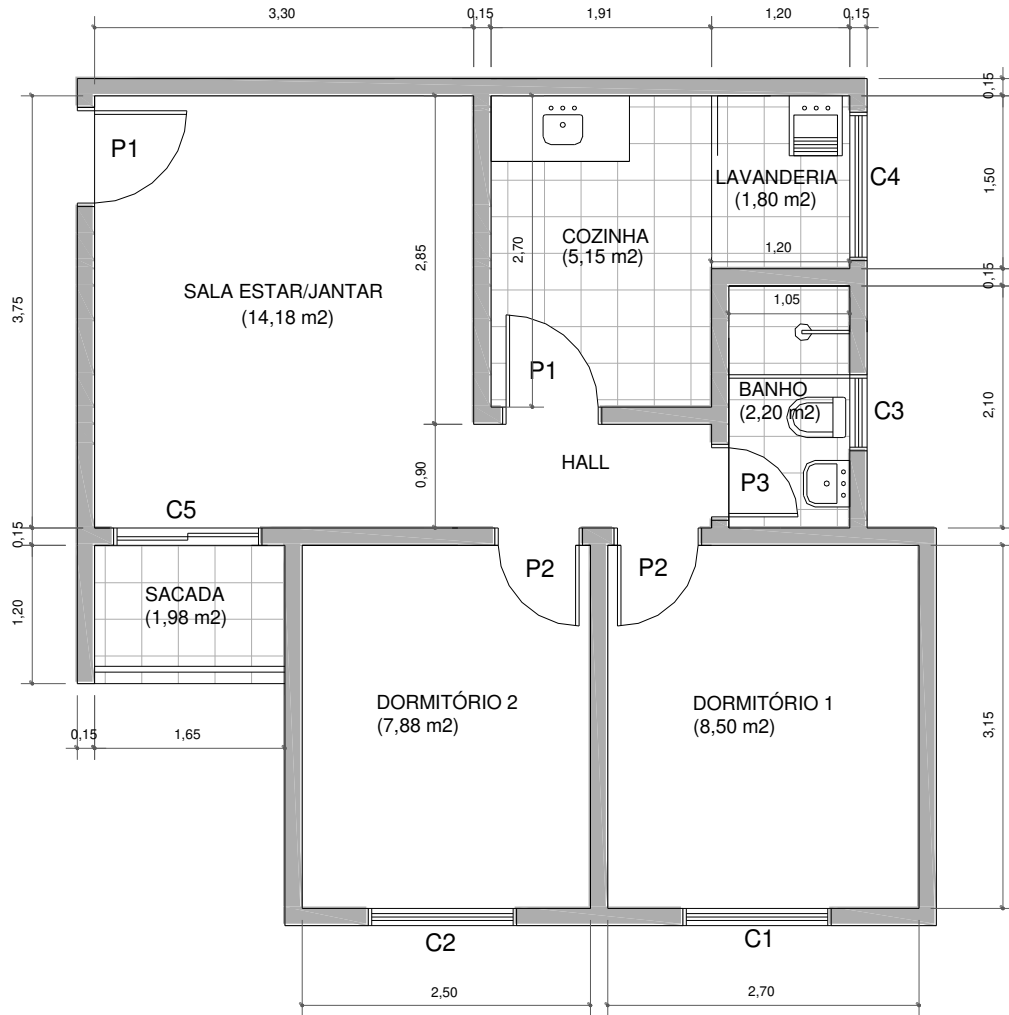
WENDLER FILHO. A.A. **Calculista compara os sistemas de alvenaria estrutural e paredes de concreto e analisa a adoção das tecnologias no Brasil**. Entrevista. Revista Técnica n.205. Ano 22. Abril 2014.

WENDLER FILHO, A.A. **Palestra Técnica “Paredes de Concreto: Cálculo para Construções Econômicas”**. Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. Disponível em [www.abece.com.br](http://www.abece.com.br). Acesso em 25 out.2013

ZEGARRA, S.L.V.; VIVANCOS, A.G.; CARDOSO, F.F. **Papel da força da engenharia de projetos na competitividade das empresas construtoras e integração entre cadeias de valores**. Recife, PE. 1999. 10p., il. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999. Artigo técnico.

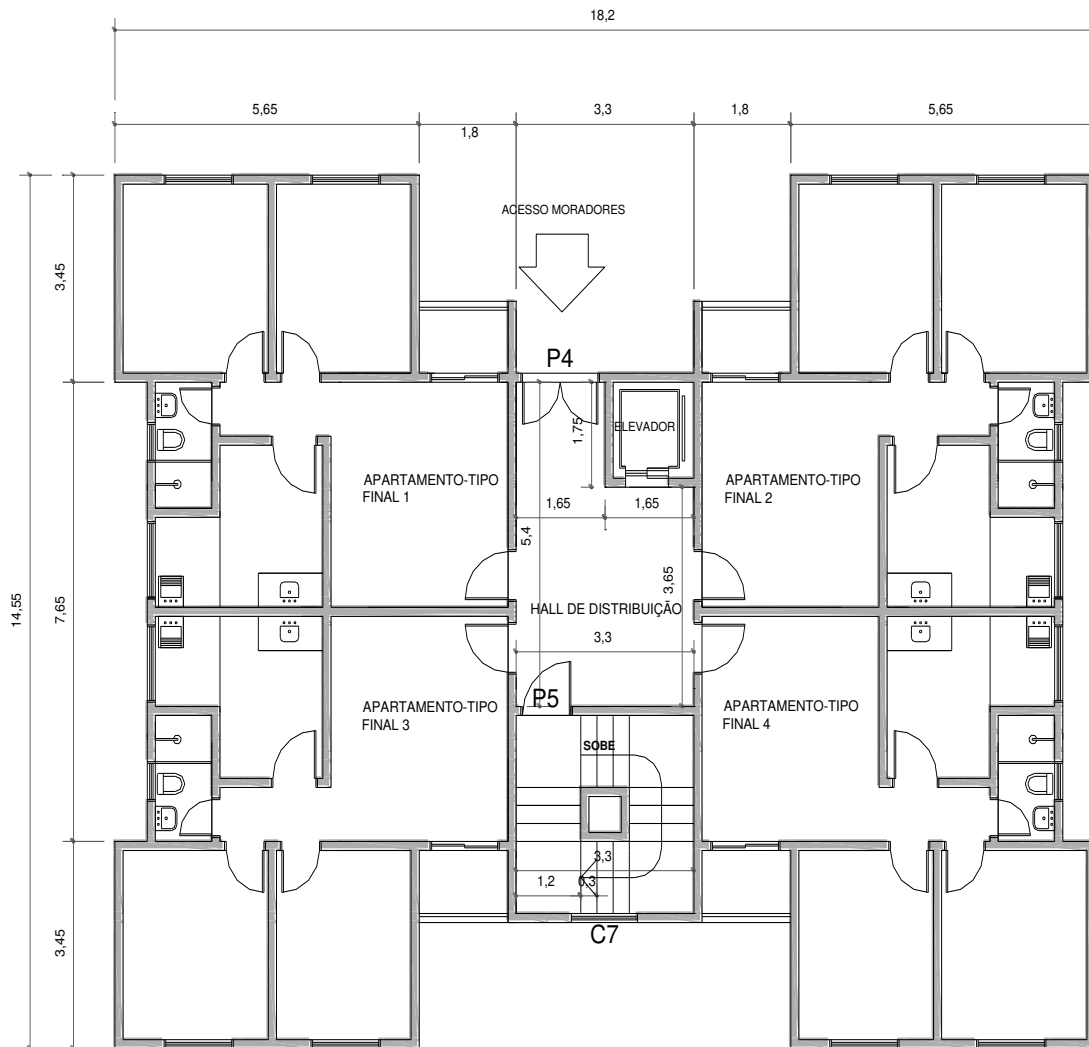
# ANEXO A

## PEÇAS GRÁFICAS DOS PROJETOS



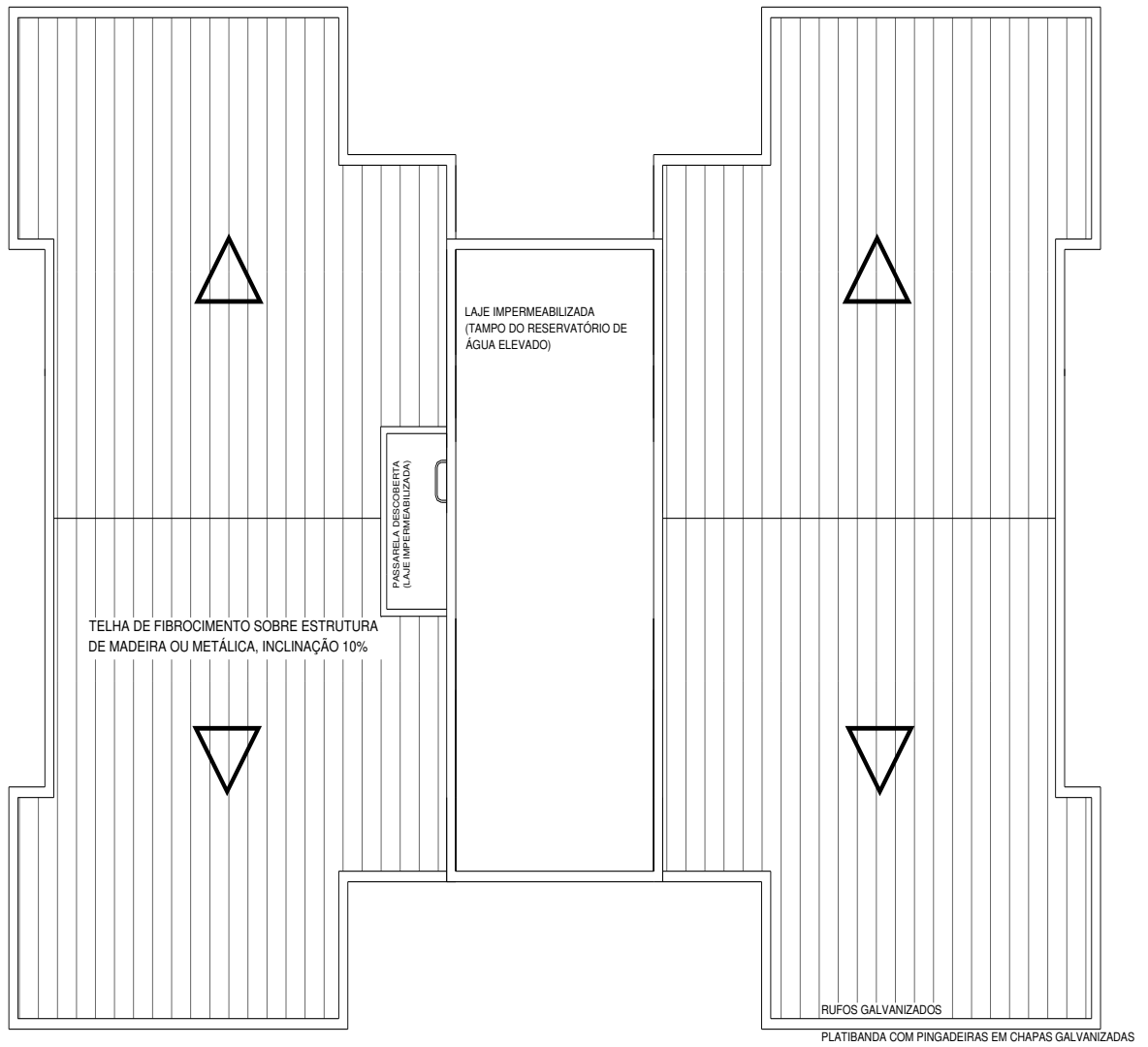
planta baixa | apartamento tipo

FIGURA A1: PLANTA BAIXA DO APARTAMENTO TIPO



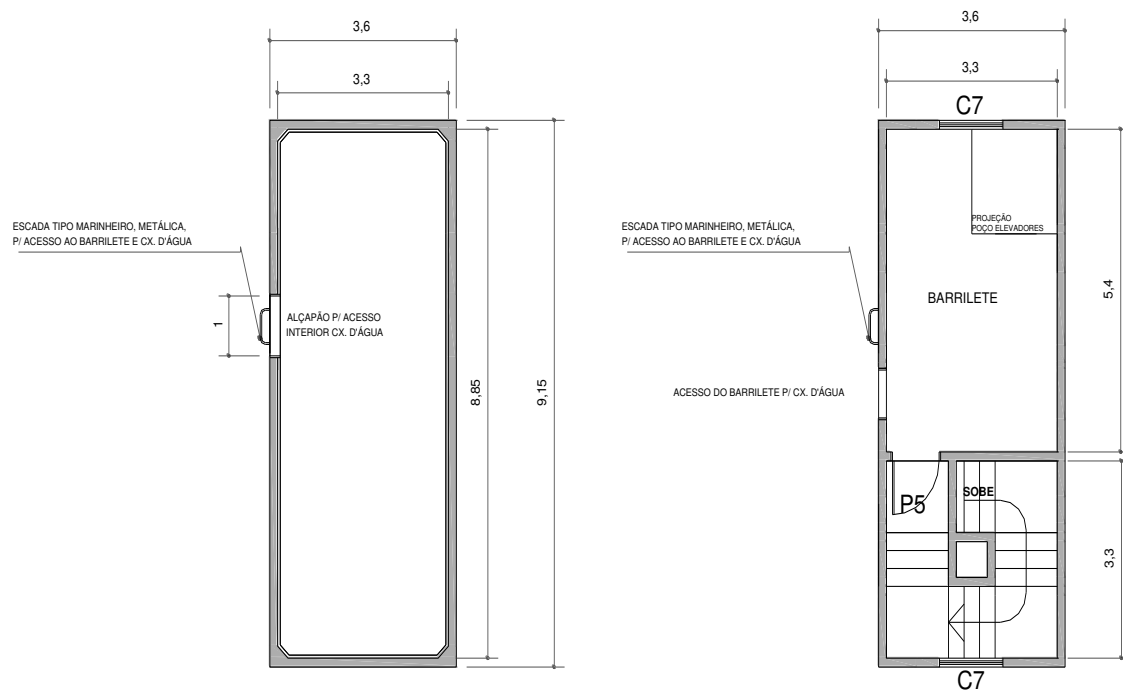
planta baixa | piso térreo

FIGURA A2: PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TÉRREO



planta baixa | cobertura

FIGURA A3: PLANTA DA COBERTURA



planta baixa | reservatório elevado de água

planta baixa | casa de maquinas e barrilete

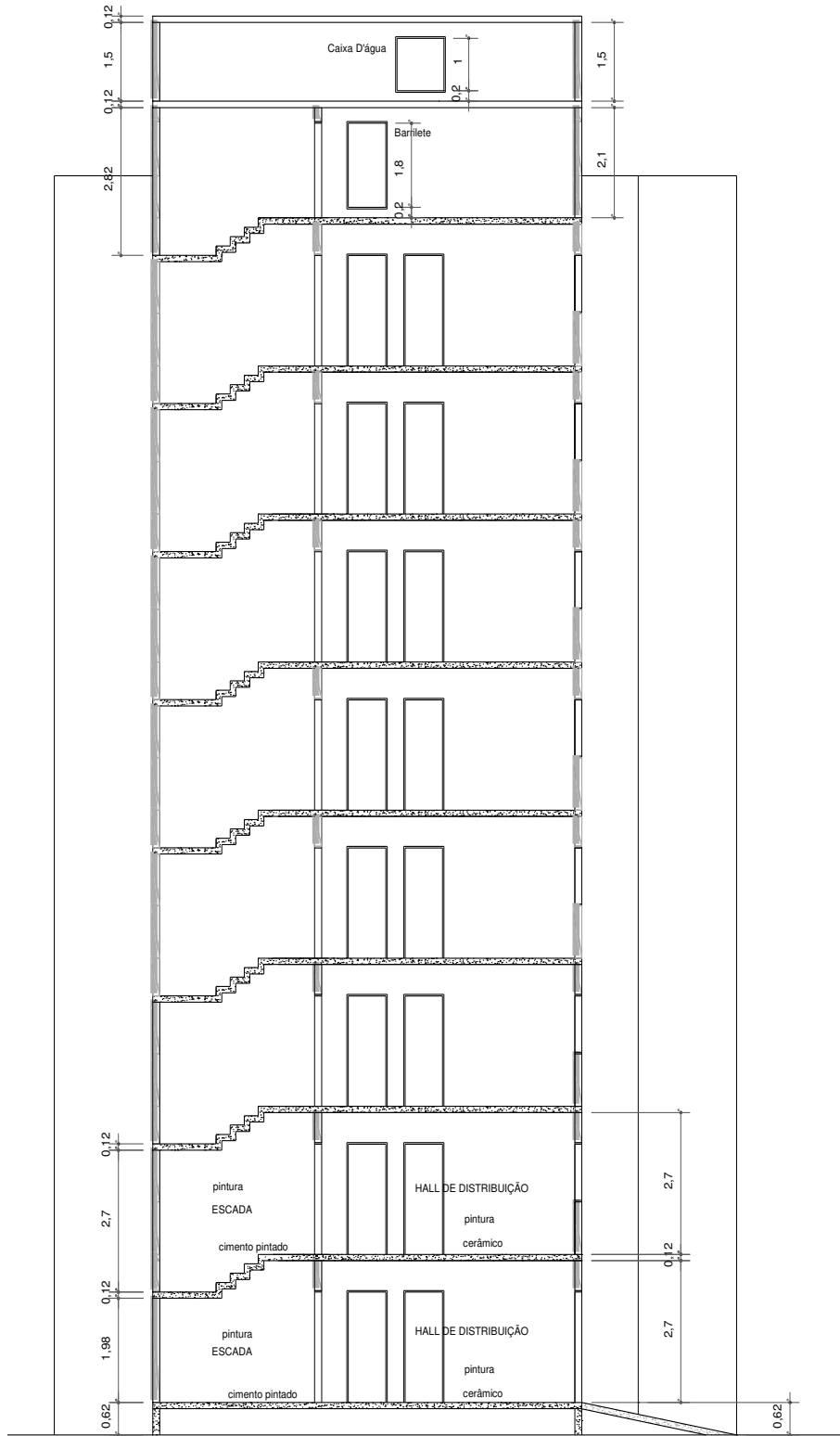
**FIGURA A4: PLANTA DO BARRILETE, CASA DE MÁQUINAS E RESERVATÓRIO ELEVADO DE ÁGUA**

Tabela de Caixilhos	P	L	H	AI	AC
C1 Metal e vidro com persiana, de correr	1,00 m	1,20 m	1,20 m	1,44 m <sup>2</sup>	8,50 m <sup>2</sup>
C2 Metal e vidro com persiana, de correr	1,00 m	1,20 m	1,20 m	1,44 m <sup>2</sup>	7,88 m <sup>2</sup>
C3 Metal e vidro, basculante	1,60 m	0,60 m	0,60 m	0,36 m <sup>2</sup>	2,20 m <sup>2</sup>
C4 Metal e vidro, de correr	1,00 m	1,20 m	1,20 m	1,44 m <sup>2</sup>	6,95 m <sup>2</sup>
C5 Metal e vidro, dupla, de correr	0,00 m	1,20 m	2,20 m	2,64 m <sup>2</sup>	14,18 m <sup>2</sup>
C6 Metal e vidro, basculante	1,00 m	1,35 m	1,20 m	1,62 m <sup>2</sup>	14,93 m <sup>2</sup>
C7 Metal e vidro, basculante	1,50 m	1,20 m	1,00 m	1,20 m <sup>2</sup>	10,72 m <sup>2</sup>
C8 Metal e vidro, de correr	1,00 m	1,95 m	1,10 m	2,14 m <sup>2</sup>	3,60 m <sup>2</sup>
C9 Metal e vidro, fixa	1,00 m	0,50 m	0,50 m	0,25 m <sup>2</sup>	1,50 m <sup>2</sup>
C10 Metal e vidro, basculante	1,70 m	0,50 m	0,50 m	0,25 m <sup>2</sup>	3,60 m <sup>2</sup>
C11 Metal e vidro, basculante	1,70 m	1,00 m	0,60 m	0,60 m <sup>2</sup>	5,60 m <sup>2</sup>
C12 Metal e vidro, basculante	1,70 m	1,20 m	0,60 m	0,72 m <sup>2</sup>	4,40 m <sup>2</sup>
C13 Metal e vidro, basculante	1,70 m	1,20 m	0,60 m	0,72 m <sup>2</sup>	4,40 m <sup>2</sup>

Tabela de Portas	A	L
P1 Madeira, de abrir	2,10 m	0,80 m
P2 Madeira, de abrir	2,10 m	0,70 m
P3 Madeira, de abrir	2,10 m	0,60 m
P4 Alumínio e vidro, dupla, de abrir	2,20 m	1,35 m
P5 Metálica, corta-fogo, de abrir	2,10 m	0,90 m
P6 Metálica, de abrir	2,10 m	0,80 m

**FIGURA A5: DIMENSÕES DE CAIXILHOS**





corde B-B

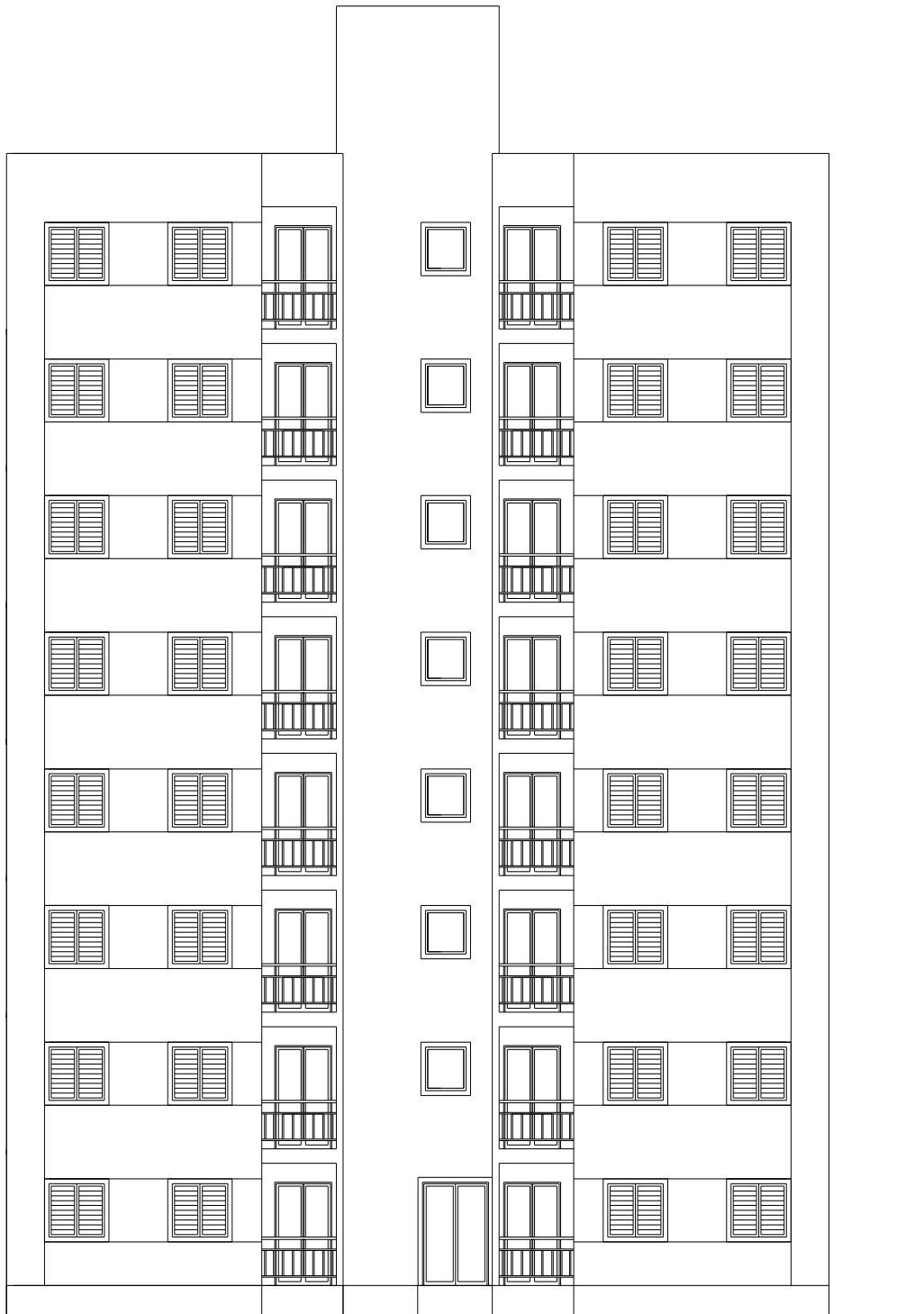
FIGURA A7: CORTE B-B





corte C-C

FIGURA A8: CORTE C-C

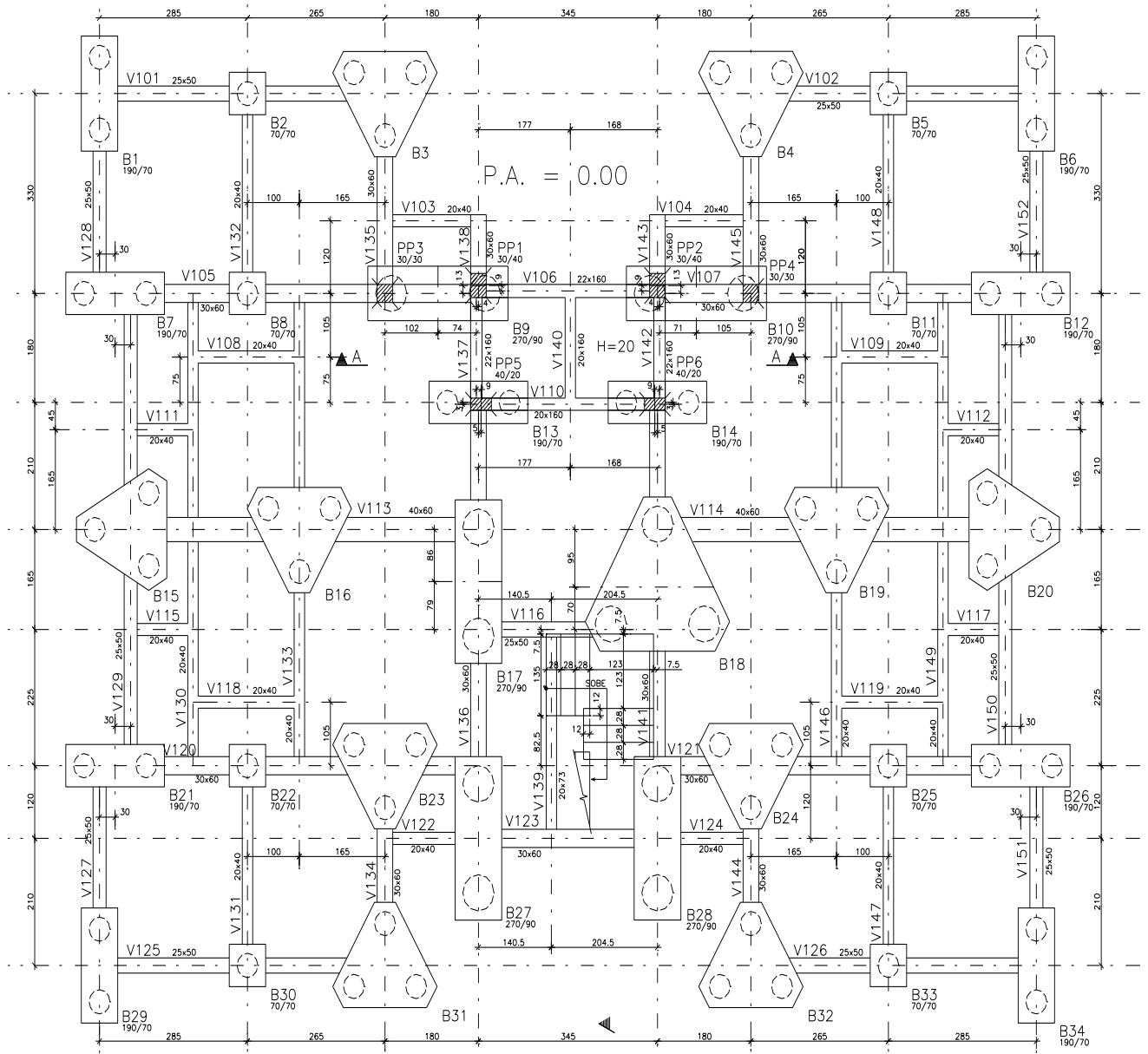


fachada frontal

**FIGURA A9: FACHADA FRONTAL**



**FIGURA A10: VISTA AÉREA DO EMPREENDIMENTO**



**FIGURA A11: PLANTA DE FORMA DA FUNDAÇÃO. OPÇÃO ALVENARIA ESTRUTURAL**

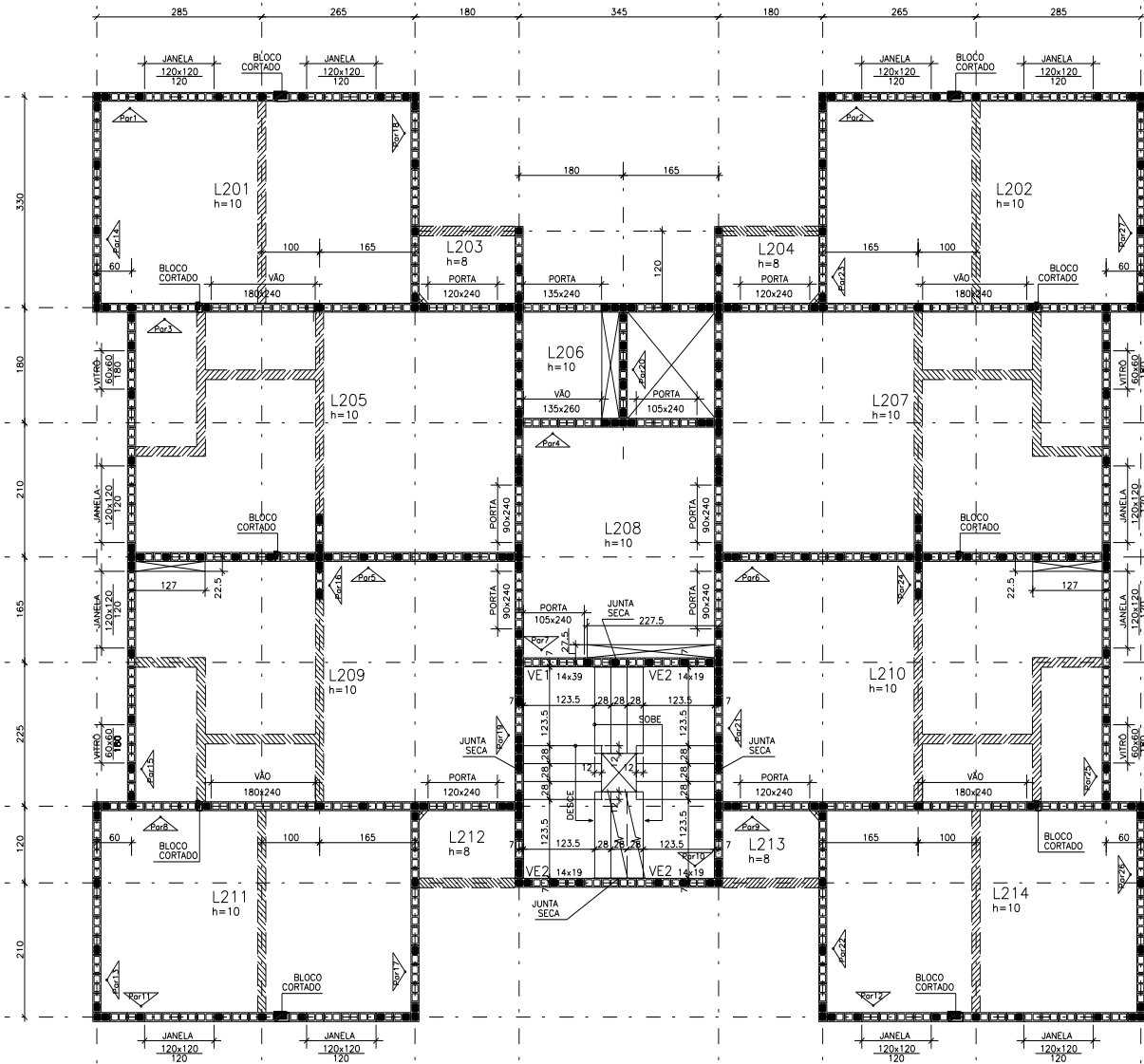
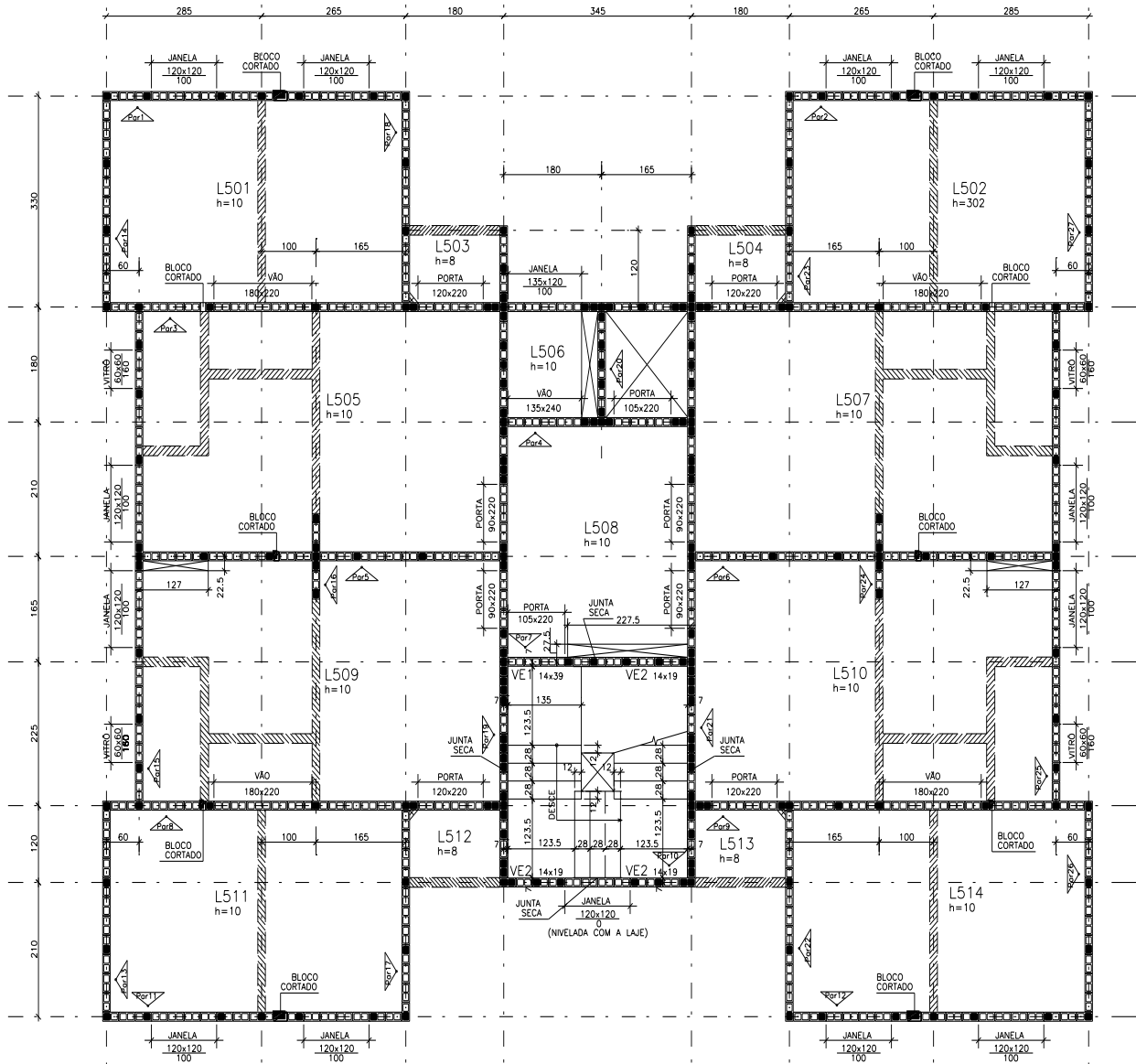
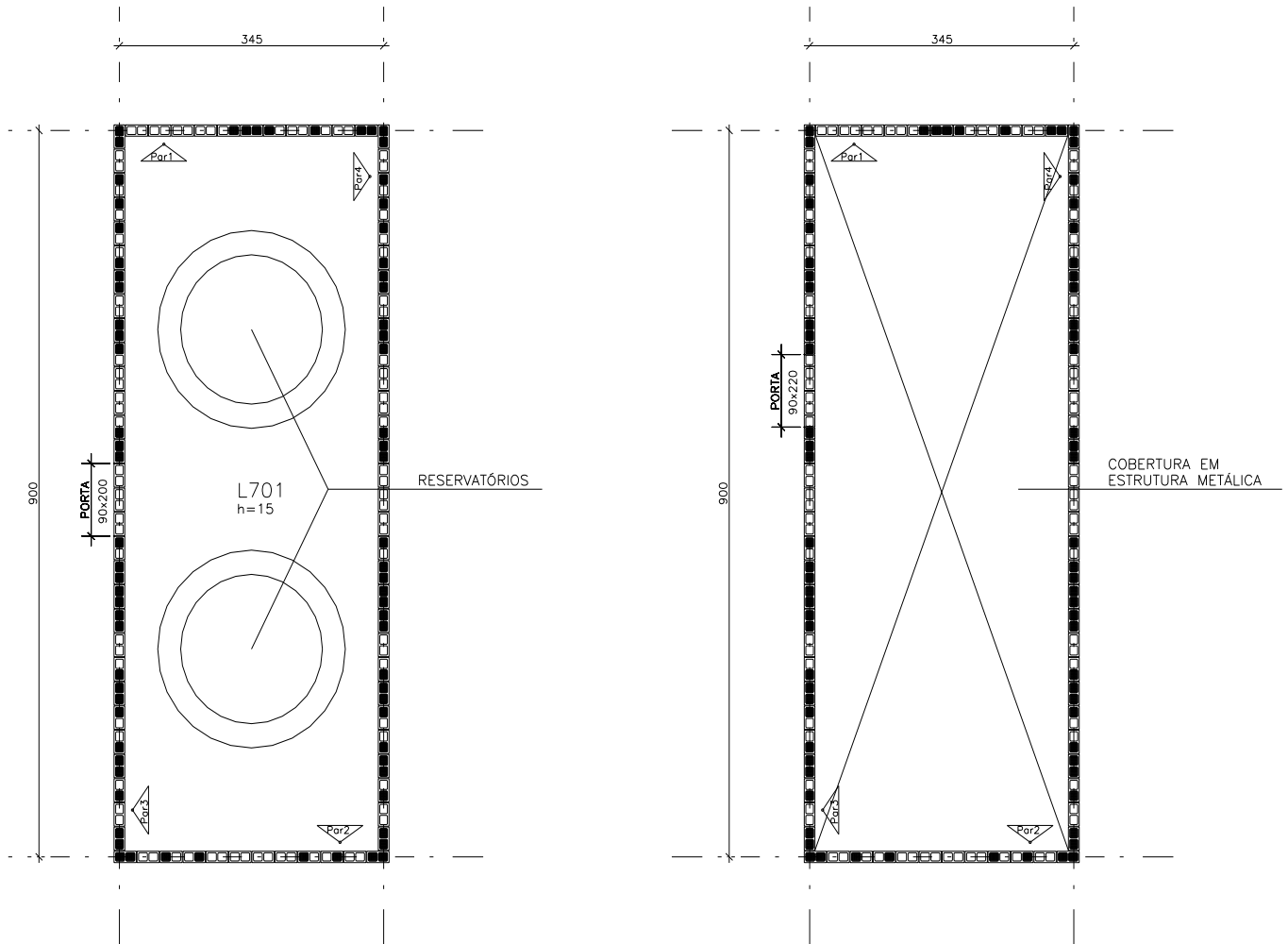


FIGURA A12: PLANTA DE FORMA DO PAVIMENTO TÉRREO. OPÇÃO ALVENARIA ESTRUTURAL



**FIGURA A13: PLANTA DE FORMA DA COBERTURA. OPÇÃO: ALVENARIA ESTRUTURAL**





**FIGURA A15: PLANTA DE FORMA DO BARRILETE E COBERTURA DOS RESERVATÓRIOS.  
OPÇÃO: ALVENARIA ESTRUTURAL**



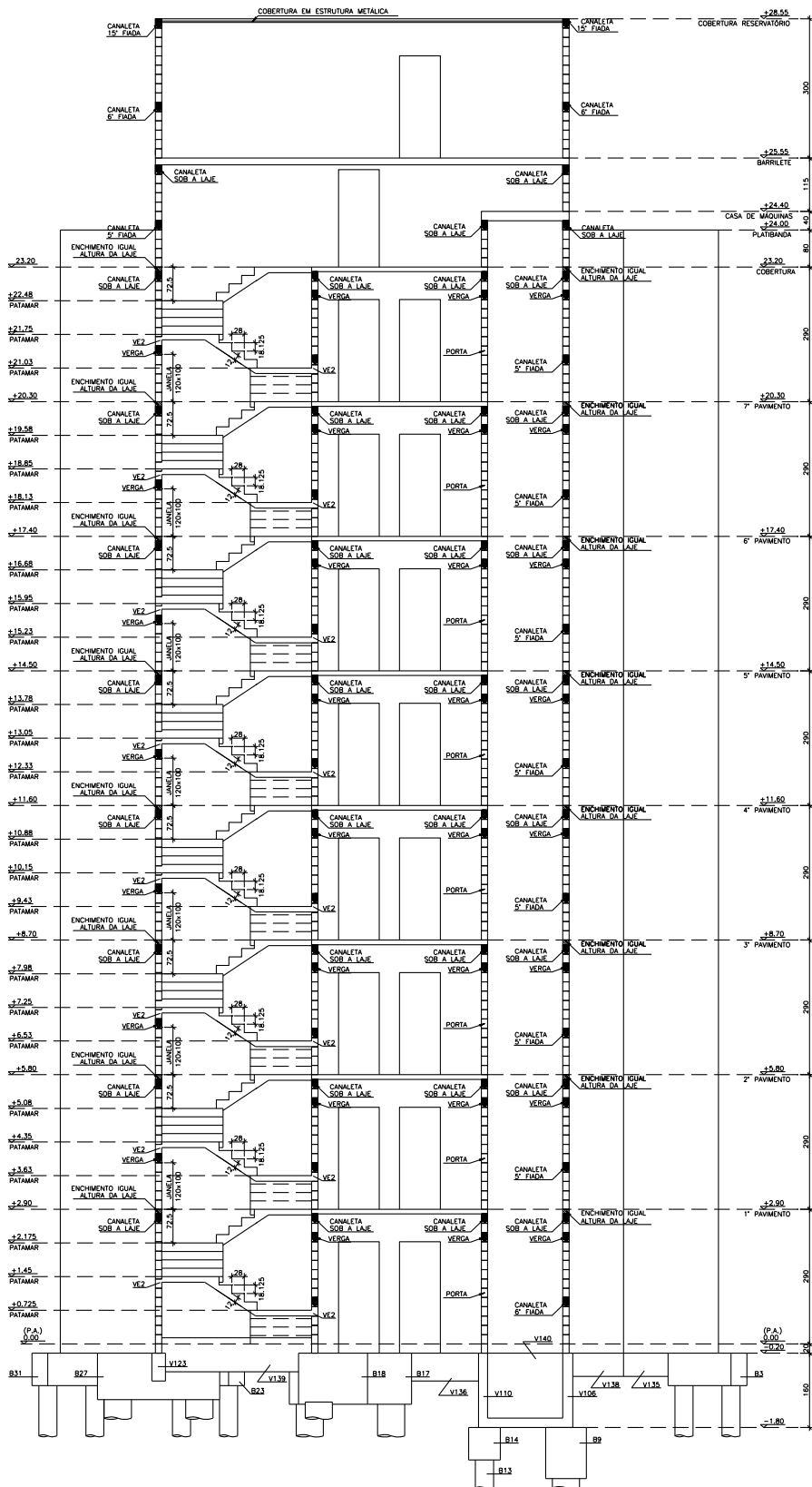


FIGURA A16: CORTE GERAL DO EDIFÍCIO. OPÇÃO: ALVENARIA ESTRUTURAL



# ANEXO B

## PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS

Nota:

As planilhas orçamentárias anexadas (Tabelas B1 a B8) referem-se à tipologia “1 torre, tempo normal”. Para as demais variações indicadas na pesquisa, deve-se consultar a tabela B9, que indica os parâmetros utilizados como base para a determinação dos valores.

**TABELA B1: INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO**

<b>ORÇAMENTO DE 1 TORRE</b>	
<b>QUADRO DE INFORMAÇÕES GERAIS</b>	
<b>DESCRIÇÃO DA OBRA</b>	
LOCAL DA OBRA:	RIO CLARO - SP
OBRA:	ESTUDO DE CASO
DATA DO ESTUDO:	10/05/2014 a 15/05/2014
RESPONSÁVEL:	JOÃO CARLOS ROCHA BRAZ
<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>	
TIPOLOGIA DO EMPREENDIMENTO:	EDIFÍCIO ALTO
NUMERO DE PAVIMENTOS:	7
UNIDADES NO PAV.TERREO	SIM
MÓDULOS (TORRES)	1
SUBSOLOS	NENHUM
ÁREA CONSTRUÍDA ÚTIL (UNIDADE)	57,30m <sup>2</sup>
ÁREA PRIVAATIVA (UNIDADE)	48,12m <sup>2</sup>
ÁREA DO PAVIMENTO	229,20m <sup>2</sup>
ÁREA CONSTRUÍDA POR TORRE	1834,00m <sup>2</sup>
PERÍMETRO DO MÓDULO	79,00m
ALTURA (PISO A TETO)	2,80m
TOPOGRAFIA DO TERRENO	PLANO
ÁREA DE PAREDES	2,31 m <sup>2</sup> paredes / m <sup>2</sup> área construída útil
<b>DIAS DE TRABALHO</b>	
TRABALHO AOS SÁBADOS	NÃO
TRABALH AOS DOMINGOS	NÃO

**TABELA B2: DADOS DE ENTRADA, VÁLIDOS PARA TODAS AS OPÇÕES DE SISTEMAS ESTRUTURAIS**

DADOS DE ENTRADA DE CUSTOS - VÁLIDOS PARA TODAS AS OPÇÕES			
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	UNIDADE
INFRAESTRUTURA	Custos globais de infraestrutura	100000,00	
FUNDAÇÃO	Custo de terraplenagem	11,47	R\$ / m2 área construída útil
	Custo de Fundação (incluindo escavações)	120,00	R\$ / m2 área construída útil
CONCRETO	Preço do Aço	4,17	kg
	Preço da Tela Soldada	5,04	kg
	Custo do Concreto Convencional	271,81	R\$ / m3
	Adicional de traço (bombeamento)	27,18	R\$ / m3
	Taxa de bombeamento	27,18	R\$ / m3
	Perda do concreto a considerar	3%	
	Custo de formas de madeira (lajes)	76,83	R\$ / m2 de formas
	Formas de Madeira (incluindo reescoramento)	8	usos
	Custo do escoramento metálico (incl. Reescoramento)	18,36	R\$ / m2 escorado por mês
	Custo mão de obra para estrutura	550,00	R\$ / m3 estrutura
	Custo Mão de obra - acabamento de lajes	2,02	R\$ / m2 de laje
REVESTIMENTOS	Descontos de área (vãos)	12%	
E	Custo do chapisco externo (mat. + MO)	5,00	R\$ / m2 de fachada
ACABAMENTOS	Custo do emboço externo (mat. + MO)	30,00	R\$ / m2 de fachada
	Custo de acabamentos externos (pintura, textura)	15,00	R\$ / m2 de fachada
	Custo do chapisco interno (mat. + MO)	3,00	R\$ / m2 de parede
	Custo do emboço interno (mat. + MO)	20,00	R\$ / m2 de parede
	Custo do revestimento em gesso	16,00	R\$ / m2 de parede
	Custo da pintura interna PVA (mat. + MO)	12,32	R\$ / m2 de parede
	Custo de azulejos (mat. + MO)	25,00	R\$ / m2 de parede
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Custos básicos de instalações elétricas	55,00	R\$ / m2 área construída útil
	Serviços de posicionamento de eletrodutos	30%	
	Enfição, QDL, Caixas, Ligações, Acabamentos	70%	
	PAREDE DE CONCRETO: redução custos posicionamento	50%	
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Custos básicos de instalações hidráulicas	66,00	R\$ / m2 área construída útil
	Serviços de posicionamento de tubulações	50%	
	Ligações, Acabamentos	50%	
	PAREDE DE CONCRETO: redução custos posicionamento	0%	
OUTRAS INSTALAÇÕES	Outras instalações	30%	R\$ / m2 área construída útil
M.O. INDIRETA (CANTEIRO)	Engenharia	5000,00	R\$ / mês (com encargos)
	Profissionais Administrativos	2500,00	R\$ / mês (com encargos)
	Mestre, Encarregado, Técnicos, Apontadores	5000,00	R\$ / mês (com encargos)
SEGURANÇA	Técnicos de segurança, segurança patrimonial (vigias)	4000,00	R\$ / mês (com encargos)
	Verbas de proteções	1250,00	fixo mensal
EQUIPAMENTOS	Custo de andaime fachadeiro	8,00	R\$ / m2 fachada por mês
	Elevador de passageiro - vb. montagem e desmontagem	4000,00	verba fixa por evento
	Elevador de passageiro - locação	4000,00	R\$ / mês
	Elevador de passageiro - operação	2800,00	R\$ / mês
	Grua - vb. montagem e desmontagem	3500,00	verba fixa por evento
	Grua - locação	3500,00	R\$ / mês
	Grua - operação	2800,00	R\$ / mês
	Guindaste - locação (com operação)	20000,00	R\$ / mês
	Balancim - custos com materiais (madeira e tela)	5000,00	R\$
OUTROS ITENS D.I.	Outros itens D.I.	2000,00	R\$ / mês
OUTROS CUSTOS (índices)	Custos básicos de esquadrias	90,00	R\$ / m2 área construída útil
	Custos básicos de elevadores	50,00	R\$ / m2 área construída útil
	Custos básicos de coberturas	20,00	R\$ / m2 área construída útil
	Custos básicos de impermeabilizações e isolamentos	20,00	R\$ / m2 área construída útil
	Custos básicos de pisos e forros	40,00	R\$ / m2 área construída útil
	Custos básicos de vidros	7,00	R\$ / m2 área construída útil

**TABELA B3: INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL**

ALTERNATIVA - ALVENARIA ESTRUTURAL			
DADOS ESPECÍFICOS A CONSIDERAR			
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	UNIDADE
BLOCO ESTRUTURAL	% de blocos com esp.9cm	0%	
	% de blocos com esp.14cm	80%	
	% de blocos com esp.19cm	0%	
BLOCO VEDAÇÃO	% de blocos com esp.9cm	20%	
	% de blocos com esp.14cm	0%	
	% de blocos com esp.19cm	0%	
BLOCO ESTRUTURAL	Custo do bloco esp.9cm	0,00	
	Custo do bloco esp.14cm	2,50	R\$ / unid.
	Custo do bloco esp.19cm	0,00	
BLOCO VEDAÇÃO	Custo do bloco esp.9cm	1,40	R\$ / unid.
	Custo do bloco esp.14cm	0,00	
	Custo do bloco esp.19cm	0,00	
CONSUMOS	Consumo de blocos	12,50	Unid./m2 (sem perdas)
	Perda considerada para blocos	5%	
	Custo de Argamassa de assentamento	0,25	R\$ / kg (industrializada)
	Consumo de graute	0,025	m3/m2 de parede
	Custo de graute	300,00	R\$ / m3
	Consumo de aço (vergalhão)	0,40	kg/m2 de parede
	Desconto dos vãos (paredes)	12%	janelas, portas, aberturas
	Área Total de alvenaria estrutural	3727,00	m2 de paredes (calculado de blocos)
	Área Total de alvenaria estrutural	4236,00	m2 de paredes (calculado de MO)
LAJES	Tipologia de lajes		moldadas in loco
	Área de lajes	1604,40	m2
	Espessura de lajes	10	cm
	Taxa de aço	40	kg/m3
	Custo MO para execução	300,00	kg/m3
REVESTIMENTO EXTERNO	Haverá chapisco externo	sim	
	Haverá emboço/reboco externo	sim	
REVESTIMENTO INTERNO	Haverá chapisco interno	sim	áreas frias - algumas paredes
	Haverá emboço/reboco interno	sim	áreas frias - algumas paredes
	Áreas frias - % das paredes	20%	paredes AF / total paredes
	% paredes AF com revest. argamassado	30%	
MÃO DE OBRA	Ciclo (em dias) para elevação das paredes de 1 pavimento	5	dias
	Numero de pavimentos executados simultaneamente	1	
	Produtividade média esperada da equipe	14	m2/ homem dia
	Efetivo médio	9	trabalhadores na produção
	Espaço médio de trabalho por homem	27	m2 / homem
	Custo MO de alvenaria estrutural	34,08	R\$ / m2 de parede
DADO DE ENTRADA	Prazo de execução Mov.Terra e Fundações	2	meses
DADO DE ENTRADA	Prazo de execução outros serviços	2	meses
RESULTADO PARCIAL	Prazo de execução das paredes	1,6	meses
RESULTADO PARCIAL	Prazo de execução das lajes	0,6	meses
RESULTADO FINAL	Prazo de execução da obra	6,2	meses
EQUIPAMENTOS	Elevador de passageiros - nº equipamentos	1	mês
	Elevador de passageiros - tempo de uso	4,2	meses
	Gruas - nº equipamentos	1	mês
	Grua - tempo de uso	4,2	meses
	Andaime fachadeiro - nº equipamentos	1	mês
	Andaime fachadeiro - tempo de uso	4,2	meses

**TABELA B4: INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS PARA PAREDES EM CONCRETO**

<b>ALTERNATIVA - PAREDES DE CONCRETO</b>			
<b>DADOS ESPECÍFICOS A CONSIDERAR</b>			
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	UNIDADE
FORMAS E CICLOS	Custo aquisição de formas de alumínio	1060,80	R\$/m2 por face
		480,00	US\$/m2 por face
	Ciclo em dias por trecho concretado	2	dias (inclue laje)
	Jogos de formas a comprar	1/2 jogo	para o pavimento
	quantidade	1	
	Tipologia das lajes		mesmo da parede (maciça)
	Numero de usos para formas	1000	usos
	Numero de usos neste empreendimento	16	usos
	Depreciação de formas	2,0	% da vida util (20%)
	Investimento total em formas	683210,36	R\$
	Valor contábil depreciado das formas	136642,07	R\$
	Total de formas a fabricar	6440,00	m2 de face
	DADO DE ENTRADA	Prazo execução Mov.Terra e fundações	2,0
DADO DE ENTRADA	Prazo execução outros serviços	2,0	meses
DADO DE ENTRADA	Acréscimos/ajustes de formas	0,5	meses
RESULTADO FINAL	Prazo execução das paredes	1,5	meses
RESULTADO FINAL	Prazo execução da obra	6,0	meses
DIMENSÕES	Espessura de paredes	12	cm
	Altura de paredes	2,80	m
	Espessura de lajes	10	cm
REVESTIMENTOS	Haverá chapisco externo	não	
	Haverá emboço/reboco externo	não	
	Haverá chapisco interno	não	
	Haverá emboço/reboco interno	não	
EQUIPAMENTOS	Elevador de passageiros - nº equipamentos	1	mês
	Elevador de passageiros - tempo de uso	4	meses
	Gruas - nº equipamentos	1	mês
	Grua - tempo de uso	4	meses
	Andaime fachadeiro - nº equipamentos	1	mês
	Andaime fachadeiro - tempo de uso	4	meses
INSUMOS ESPECÍFICO	Preço do concreto fluido	400,00	R\$/m3
	Taxa de bombeamento concreto fluido	30,00	R\$/m4
	Perda de concreto considerada	2	%
	Desconto de vãos (paredes)	12	%
	Taxa de telas soldadas - Lajes	33	kg/m3 de laje
	Taxa de telas soldadas - Paredes	26	kg/m3 de parede
	Taxa de aço (vergalhões) - Lajes	2	kg/m3 de laje
	Taxa de aço (vergalhões) - Paredes	9	kg/m3 de parede
	Mão de Obra - Parede de concreto	19,00	R\$/m2 execução de parede
	Verba para acerto de parede (externo)	3,00	R\$/m2 de fachada

**TABELA B5: INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS PARA ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO**

<b>ALTERNATIVA - CONCRETO ARMADO</b>			
<b>DADOS ESPECÍFICOS A CONSIDERAR</b>			
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	UNIDADE
DADO DE ENTRADA	Implantação e Infraestrutura	100000,00	unidade
DADO DE ENTRADA	Terraplenagem	11,47	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Fundações	120,00	R\$ / m2
RESULTADO PARCIAL	Superestrutura	330,00	R\$ / m2
RESULTADO PARCIAL	Vedação	65,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Esquadrias	90,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Cobertura	20,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Instalações Hidráulicas	66,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Instalações Elétricas	55,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Outras instalações	30,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Impermeabilizações / isolamentos	20,00	R\$ / m2
RESULTADO PARCIAL	Revestimentos, acabamentos de paredes	117,94	R\$ / m2 (=alv.estrutural)
DADO DE ENTRADA	Pisos e forros	40,00	R\$ / m2
DADO DE ENTRADA	Vidros	7,00	R\$/m2
DADO DE ENTRADA	Elevadores	50,00	R\$/m2
PLANO DE ATAQUE	Ciclo de execução das lajes	5,0	dias por pavimento
	Nº de torres em execução simultanea	1,0	torres por vez
DADO DE ENTRADA	Prazo Execução de Mov.Terra e Fundações	2,0	meses
DADO DE ENTRADA	Prazo Execução outros serviços	3,0	meses
RESULTADO PARCIAL	Prazo Execução Superestrutura	1,8	meses
RESULTADO FINAL	Prazo total da obra	6,8	meses

**TABELA B6: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO ALVENARIA ESTRUTURAL (PARTE 1)**

ALTERNATIVA: ALVENARIA ESTRUTURAL				
ORÇAMENTO DETALHADO PARA 1 TORRE - TEMPO NORMAL				
ITEM / DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	R\$ UNIT.	R\$ TOTAL
<b>1. IMPLANTAÇÃO / INFRAESTRUTURA</b>				<b>100.000,00</b>
Custos Globais de implantação e infraestrutura	vb	1	100.000,00	
<b>2. FUNDAÇÕES</b>				<b>241.063,39</b>
Terraplenagem	vb	1	21.031,39	
Fundações	vb	1	220.032,00	
<b>3. ESTRUTURAS DE CONCRETO/LAJES E PAREDE DE CONCRETO</b>				<b>221.968,46</b>
<b>3.1. FORMAS</b>				
Formas de madeira para lajes 8 usos	m2	200,55	76,83	15.408,26
Cimbramento metálico (lajes e/ou vigas)	m2xmcs	1604	18,36	29.456,78
Complemento para formas (lajes) (15%)	m2	30	76,83	2.311,24
Formas para paredes - aquisição (2 faces), deprec. 20%	m2			
<b>3.2. ARMAÇÕES</b>				
Aço pronto - lajes e vigas	kg	6418	4,17	26.761,39
Aço pronto - parede de concreto	kg			
Tela soldada - lajes	kg			
Tela soldada - paredes de concreto	kg			
<b>3.3. CONCRETO USINADO</b>				
Concreto para lajes - com perdas	m3	165	271,81	44.917,47
Concreto para vigas - com perdas	m3			
Adicional de traço para bombeamento	m3	165	27,18	4.491,58
Taxa de bomba - lajes e vigas	m3	165	27,18	4.491,58
Concreto Fluido - parede de concreto	m3			
Taxa de bomba - parede de concreto	m3			
<b>3.4. LAJES PRE FABRICADAS</b>				
Fabricação e Montagem	m2			
<b>3.5. MÃO DE OBRA</b>				
Mão de obra para estrutura - lajes e vigas	m3	165	550,00	90.889,26
Mão de obra para paredes de concreto	m2			
Acabamento de laje	m2	1604	2,02	3.240,89
Verba para acerto de paredes de concreto				
<b>4. ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				<b>317.086,68</b>
<b>4.1. ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>				
Bloco de concreto 9cm - vedação	unid.	9784,3	1,40	13.697,98
Bloco de concreto 14cm - vedação	unid.			



**TABELA B6: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO ALVENARIA ESTRUTURAL (PARTE 2)**

Bloco de concreto 19cm - vedação	unid.			
Argamassa de assentamento (20kg/m2)	kg	14909	0,25	3.727,34
<b>4.2. ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				
Bloco de concreto 9cm - estrutural	unid.			
Bloco de concreto 14cm - estrutural	unid.	39137	2,50	97.842,73
Bloco de concreto 19cm - estrutural	unid.			
Argamassa de assentamento (20kg/m2)	kg	74547	0,25	18.636,71
Graute para alvenaria estrutural	m3	106	300,00	31.767,12
Armadura (vergalhão) das paredes	kg	1694	4,17	7.065,01
<b>4.3. MÃO DE OBRA</b>				
Mão de obra - Alvenaria	m2	4236	34,08	144.349,79
<b>5. REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS</b>				<b>216.246,06</b>
<b>5.1. REVESTIMENTO INTERNO</b>				
Chapisco interno	m2	254	3,00	762,41
Emboço interno	m2	254	20,00	5.082,74
Gesso	m2	3981	16,00	63.703,66
Azulejo	m2	254	25,00	6.353,42
Pintura PVA - áreas "quentes"	m2	3981	12,32	49.051,82
<b>5.2. REVESTIMENTO EXTERNO</b>				
Chapisco externo	m2	1826	5,00	9.129,20
Emboço externo	m2	1826	30,00	54.755,20
Acabamentos externos	m2	1826	15,00	27.387,60
<b>6. INSTALAÇÕES</b>				<b>276.873,60</b>
<b>6.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
Instalações Elétricas (Mat + MO)	vb	1	100.848,00	100.848,00
<b>6.2. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>				
Instalações Hidráulicas (Mat + MO)	vb	1	121.017,60	121.017,60
<b>6.3. OUTRAS INSTALAÇÕES</b>				
Outras Instalações	vb	1	55.008,00	55.008,00
<b>7. CONTROLE TECNOLÓGICO</b>				<b>5.390,55</b>
Controle tecnológico (% do custo da superestrutura)	%	1%	539.055,14	5.390,55
<b>8. PESSOAL PERMANENTE</b>				<b>77.840,91</b>
<b>8.1. ENGENHARIA</b>				
Gerentes e Engenheiros	mês	6,2	5.000,00	31.136,36
<b>8.2. ADMINISTRATIVOS (ESCRITORIO)</b>				

**TABELA B6: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO ALVENARIA ESTRUTURAL (PARTE 3)**

Prof. Administrativos, Almoхарife, Estagiário, Técnico.	mês	6,2	2.500,00	15.568,18
8.3. PESSOAL DE CAMPO				
Mestres, Encarregados, Técnicos, Apontadores	mês	6,2	5.000,00	31.136,36
<b>9. SEGURANÇA</b>				<b>32.693,18</b>
Técnicos de segurança, vigilância	mês	6,2	4.000,00	24.909,09
Outras proteções	mês	6,2	1.250,00	7.784,09
<b>10. EQUIPAMENTOS</b>				<b>136.368,22</b>
10.1 REVESTIMENTO EXTERNO				
Andaime Fachadeiro	m2xmes	7669	8,00	61.348,22
Balancins - materiais de consumo	vb	1	5.000,00	5.000,00
10.2. EQUIPAMENTOS DE ELEVAÇÃO				
Elevador de passageiro - montagem e desmontagem	vb	2	4.000,00	8.000,00
Elevador de passageiro - locação e operação	mês	4,2	6.800,00	28.560,00
Grua - montagem e desmontagem				
Grua - locação e operação	vb	2	3.500,00	7.000,00
Grua - locação e operação	mês	4,2	6.300,00	26.460,00
<b>11. OUTRAS ETAPAS DA OBRA</b>				<b>416.227,20</b>
11.1. ESQUADRIAS				
	m2 a.cons.	1834	90,00	165.024,00
11.2. ELEVADORES				
	m2 a.cons.	1834	50,00	91.680,00
11.3. COBERTURAS				
	m2 a.cons.	1834	20,00	36.672,00
11.4. IMPERMEABILIZAÇÃO / ISOLAMENTOS				
	m2 a.cons.	1834	20,00	36.672,00
11.5. PISOS E FORROS				
	m2 a.cons.	1834	40,00	73.344,00
11.6. VIDROS				
	m2 a.cons.	1834	7,00	12.835,20
<b>12. OUTROS ITENS DE D.I.</b>				<b>12.454,55</b>
	mês	6,2	2.000,00	
<b>CUTO TOTAL DA OBRA</b>				<b>2.054.212,80</b>
<b>CUSTO DA OBRA POR m2</b>				<b>1.120,32</b>

**TABELA B7: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO PAREDE DE CONCRETO (PARTE 1)**

ALTERNATIVA: PAREDE DE CONCRETO				
ORÇAMENTO DETALHADO PARA 1 TORRE - TEMPO NORMAL				
ITEM / DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	R\$ UNIT.	R\$ TOTAL
<b>1. IMPLANTAÇÃO / INFRAESTRUTURA</b>				<b>100.000,00</b>
Custos Globais de implantação e infraestrutura	vb	1	100.000,00	
<b>2. FUNDAÇÕES</b>				<b>241.063,39</b>
Terraplenagem	vb	1	21.031,39	
Fundações	vb	1	220.032,00	
<b>3. ESTRUTURAS DE CONCRETO/LAJES E PAREDE DE CONCRETO</b>				<b>673.425,69</b>
<b>3.1. FORMAS</b>				
Formas de madeira para lajes 8 usos				
Cimbramento metálico (lajes e/ou vigas)				
Complemento para formas (lajes) (15%)				
Formas para paredes - aquisição (2 faces), deprec. 20%	m2	644	212,16	136.642,07
<b>3.2. ARMAÇÕES</b>				
Aço pronto - lajes e vigas	kg	321	4,17	1.338,07
Aço pronto - parede de concreto	kg	4574	4,17	19.075,52
Tela soldada - lajes	kg	5295	5,04	26.684,38
Tela soldada - paredes de concreto	kg	13215	5,04	66.604,21
<b>3.3. CONCRETO USINADO</b>				
Concreto para lajes - com perdas	m3	165	400,00	66.101,28
Concreto para vigas - com perdas	m3			
Adicional de traço para bombeamento	m3			
Taxa de bomba - lajes e vigas	m3	165	30,00	4.957,60
Concreto Fluido - parede de concreto	m3	524	400,00	209.408,86
Taxa de bomba - parede de concreto	m3	524	30,00	15.705,66
<b>3.4. LAJES PRE FABRICADAS</b>				
Fabricação e Montagem	m2			
<b>3.5. MÃO DE OBRA</b>				
Mão de obra para estrutura - lajes e vigas	m3			
Mão de obra para paredes de concreto	m2	5840	19,00	110.960,30
Acabamento de laje	m2	1604	2,02	3.240,89
Verba para acerto de paredes de concreto	M2	4236	3,00	12.706,85
<b>4. ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				<b>0,00</b>
<b>4.1. ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>				
Bloco de concreto 9cm - vedação	unid.			
Bloco de concreto 14cm - vedação	unid.			

**TABELA B7: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO PAREDE DE CONCRETO (PARTE 2)**

Bloco de concreto 19cm - vedação	unid.			
Argamassa de assentamento (20kg/m2)	kg			
<b>4.2. ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				
Bloco de concreto 9cm - estrutural	unid.			
Bloco de concreto 14cm - estrutural	unid.			
Bloco de concreto 19cm - estrutural	unid.			
Argamassa de assentamento (20kg/m2)	kg			
Graute para alvenaria estrutural	m3			
Armadura (vergalhão) das paredes	kg			
<b>4.3. MÃO DE OBRA</b>				
Mão de obra - Alvenaria	m2			
<b>5. REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS</b>				<b>146.496,51</b>
<b>5.1. REVESTIMENTO INTERNO</b>				
Chapisco interno	m2			
Emboço interno	m2			
Gesso	m2	3981	16,00	63.703,66
Azulejo	m2	254	25,00	6.353,42
Pintura PVA - áreas "quentes"	m2	3981	12,32	49.051,82
<b>5.2. REVESTIMENTO EXTERNO</b>				
Chapisco externo	m2			
Emboço externo	m2			
Acabamentos externos	m2	1826	15,00	27.387,60
<b>6. INSTALAÇÕES</b>				<b>261.746,40</b>
<b>6.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
Instalações Elétricas (Mat + MO)	vb	1	85.720,80	85.720,80
<b>6.2. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>				
Instalações Hidráulicas (Mat + MO)	vb	1	121.017,60	121.017,60
<b>6.3. OUTRAS INSTALAÇÕES</b>				
Outras Instalações	vb	1	55.008,00	55.008,00
<b>7. CONTROLE TECNOLÓGICO</b>				<b>13.468,51</b>
Controle tecnológico (% do custo da superestrutura)	%	1%	673.425,69	13.468,51
<b>8. PESSOAL PERMANENTE</b>				<b>74.431,82</b>
<b>8.1. ENGENHARIA</b>				
Gerentes e Engenheiros	mês	6	5.000,00	29.772,73
<b>8.2. ADMINISTRATIVOS (ESCRITORIO)</b>				

**TABELA B7: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO PAREDE DE CONCRETO (PARTE 3)**

Prof. Administrativos, Almoxarife, Estagiário, Técnico.	mês	6	2.500,00	14.886,36
<b>8.3. PESSOAL DE CAMPO</b>				
Mestres, Encarregados, Técnicos, Apontadores	mês	6	5.000,00	29.772,73
<b>9. SEGURANÇA</b>				<b>31.261,36</b>
Técnicos de segurança, vigilância	mês	6	4.000,00	23.818,18
Outras proteções	mês	6	1.250,00	7.443,18
<b>10. EQUIPAMENTOS</b>				<b>130.826,88</b>
<b>10.1 REVESTIMENTO EXTERNO</b>				
Andaime Facheiro	m2xmes	7303	8,00	58.426,88
Balancins - materiais de consumo	vb	1	5.000,00	5.000,00
<b>10.2. EQUIPAMENTOS DE ELEVAÇÃO</b>				
Elevador de passageiro - montagem e desmontagem	vb	2	4.000,00	8.000,00
Elevador de passageiro - locação e operação	mês	4	6.800,00	27.200,00
Grua - montagem e desmontagem	vb	2	3.500,00	7.000,00
Grua - locação e operação	mês	4	6.300,00	25.200,00
<b>11. OUTRAS ETAPAS DA OBRA</b>				<b>416.227,20</b>
11.1. ESQUADRIAS	m2 a.cons.	1834	90,00	165.024,00
11.2. ELEVADORES	m2 a.cons.	1834	50,00	91.680,00
11.3. COBERTURAS	m2 a.cons.	1834	20,00	36.672,00
11.4. IMPERMEABILIZAÇÃO / ISOLAMENTOS	m2 a.cons.	1834	20,00	36.672,00
11.5. PISOS E FORROS	m2 a.cons.	1834	40,00	73.344,00
11.6. VIDROS	m2 a.cons.	1834	7,00	12.835,20
<b>12. OUTROS ITENS DE D.I.</b>	<b>mês</b>	<b>6,2</b>	<b>2.000,00</b>	<b>11.909,09</b>
<b>CUTO TOTAL DA OBRA</b>				<b>2.100.856,86</b>
<b>CUSTO DA OBRA POR m2</b>				<b>1.145,76</b>

**TABELA B8: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO CONCRETO ARMADO (PARTE 1)**

ALTERNATIVA: CONCRETO ARMADO				
ORÇAMENTO DETALHADO PARA 1 TORRE - TEMPO NORMAL				
ITEM / DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	R\$ UNIT.	R\$ TOTAL
<b>1. IMPLANTAÇÃO / INFRAESTRUTURA</b>				<b>100.000,00</b>
Custos Globais de implantação e infraestrutura	vb	1	100.000,00	
<b>2. FUNDAÇÕES</b>				<b>241.063,39</b>
Terraplenagem	vb	1	21.031,39	
Fundações	vb	1	220.032,00	
<b>3. ESTRUTURAS DE CONCRETO/LAJES E PAREDE DE CONCRETO</b>				<b>605.088,00</b>
<b>3.1. FORMAS</b>				
Formas de madeira para lajes 8 usos				
Cimbramento metálico (lajes e/ou vigas)				
Complemento para formas (lajes) (15%)				
Formas para paredes - aquisição (2 faces), deprec. 20%				
<b>3.2. ARMAÇÕES</b>				
Aço pronto - lajes e vigas				
Aço pronto - parede de concreto				
Tela soldada - lajes				
Tela soldada - paredes de concreto				
<b>3.3. CONCRETO USINADO</b>				
	m3	1833,6	330,00	605.088,00
Concreto para lajes - com perdas				
Concreto para vigas - com perdas				
Adicional de traço para bombeamento				
Taxa de bomba - lajes e vigas				
Concreto Fluido - parede de concreto				
Taxa de bomba - parede de concreto				
<b>3.4. LAJES PRE FABRICADAS</b>				
Fabricação e Montagem				
<b>3.5. MÃO DE OBRA</b>				
Mão de obra para estrutura - lajes e vigas				
Mão de obra para paredes de concreto				
Acabamento de laje				
Verba para acerto de paredes de concreto				
<b>4. ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				<b>119.184,00</b>
<b>4.1. ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>				
		1833	65,00	119.184,00
Bloco de concreto 9cm - vedação	unid.			
Bloco de concreto 14cm - vedação	unid.			

**TABELA B8: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO CONCRETO ARMADO (PARTE 2)**

Bloco de concreto 19cm - vedação	unid.			
Argamassa de assentamento (20kg/m2)	kg			
<b>4.2. ALVENARIA ESTRUTURAL</b>				
Bloco de concreto 9cm - estrutural	unid.			
Bloco de concreto 14cm - estrutural	unid.			
Bloco de concreto 19cm - estrutural	unid.			
Argamassa de assentamento (20kg/m2)	kg			
Graute para alvenaria estrutural	m3			
Armadura (vergalhão) das paredes	kg			
<b>4.3. MÃO DE OBRA</b>				
Mão de obra - Alvenaria	m2			
<b>5. REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS</b>				<b>216.254,78</b>
<b>5.1. REVESTIMENTO INTERNO</b>				
Chapisco interno	m2	254	3,00	762,41
Emboço interno	m2	254	20,00	5.082,74
Gesso	m2	3981	16,00	63.703,66
Azulejo	m2	254	25,00	6.353,42
Pintura PVA - áreas "quentes"	m2	3981	12,32	49.051,82
<b>5.2. REVESTIMENTO EXTERNO</b>				
Chapisco externo	m2	1826	5,00	9.129,20
Emboço externo	m2	1826	30,00	54.755,20
Acabamentos externos	m2	1826	15,00	27.387,60
<b>6. INSTALAÇÕES</b>				<b>276.873,60</b>
<b>6.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				
Instalações Elétricas (Mat + MO)	vb	1	100.848,00	100.848,00
<b>6.2. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>				
Instalações Hidráulicas (Mat + MO)	vb	1	121.017,60	121.017,60
<b>6.3. OUTRAS INSTALAÇÕES</b>				
Outras Instalações	vb	1	55.008,00	55.008,00
<b>7. CONTROLE TECNOLÓGICO</b>				<b>12.101,76</b>
Controle tecnológico (% do custo da superestrutura)	%	1%	605.088,00	12.101,76
<b>8. PESSOAL PERMANENTE</b>				<b>85.227,27</b>
<b>8.1. ENGENHARIA</b>				
Gerentes e Engenheiros	mês	6,8	5.000,00	34.090,91
<b>8.2. ADMINISTRATIVOS (ESCRITORIO)</b>				

**TABELA B8: ORÇAMENTO DETALHADO NA OPÇÃO CONCRETO ARMADO (PARTE 3)**

Prof. Administrativos, Almojarife, Estagiário, Técnico.	mês	6,8	2.500,00	17.045,45
8.3. PESSOAL DE CAMPO				
Mestres, Encarregados, Técnicos, Apontadores	mês	6,8	5.000,00	34.090,91
<b>9. SEGURANÇA</b>				<b>35.795,45</b>
Técnicos de segurança, vigilância	mês	6,8	4.000,00	27.272,73
Outras proteções	mês	6,8	1.250,00	8.522,73
<b>10. EQUIPAMENTOS</b>				<b>144.232,00</b>
10.1 REVESTIMENTO EXTERNO				
Andaime Fachadeiro	m2xmes	7669	8,00	61.352,00
Balancins - materiais de consumo	vb	1	5.000,00	5.000,00
10.2. EQUIPAMENTOS DE ELEVAÇÃO				
Elevador de passageiro - montagem e desmontagem	vb	2	4.000,00	8.000,00
Elevador de passageiro - locação e operação	mês	4,8	6.800,00	32.640,00
Grua - montagem e desmontagem	vb	2	3.500,00	7.000,00
Grua - locação e operação	mês	4,8	6.300,00	30.240,00
<b>11. OUTRAS ETAPAS DA OBRA</b>				<b>416.227,20</b>
11.1. ESQUADRIAS	m2 a.cons.	1834	90,00	165.024,00
11.2. ELEVADORES	m2 a.cons.	1834	50,00	91.680,00
11.3. COBERTURAS	m2 a.cons.	1834	20,00	36.672,00
11.4. IMPERMEABILIZAÇÃO / ISOLAMENTOS	m2 a.cons.	1834	20,00	36.672,00
11.5. PISOS E FORROS	m2 a.cons.	1834	40,00	73.344,00
11.6. VIDROS	m2 a.cons.	1834	7,00	12.835,20
<b>12. OUTROS ITENS DE D.I.</b>	<b>mês</b>	<b>6,8</b>	<b>2.000,00</b>	<b>13.636,36</b>
<b>CUTO TOTAL DA OBRA</b>				<b>2.265.683,83</b>
<b>CUSTO DA OBRA POR m2</b>				<b>1.235,38</b>



