



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

TIAGO VENTIN AMOEDO

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO
UTILIZANDO O SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE
CONCRETO MOLDADA *IN LOCO***

Salvador
2013

TIAGO VENTIN AMOEDO

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO
UTILIZANDO O SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE
CONCRETO MOLDADA *IN LOCO***

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Emerson de Andrade Marques
Ferreira

Salvador
2013

VENTIN, Tiago Amoedo. *Viabilidade econômica de um empreendimento utilizando o sistema construtivo parede de concreto moldada in loco*. 2013. 70f. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de viabilidade econômica para um empreendimento inserido no programa do governo federal Minha Casa Minha Vida II, utilizando a tecnologia de parede de concreto moldadas “in loco” com fôrma de alumínio. Foram mostrados: o cenário de habitação no Brasil, a tendência da construção civil à industrialização, alguns detalhes do sistema construtivo e o comparativo com alvenaria estrutural, o qual parede de concreto se mostrou mais rápido e barato. No estudo de caso, primeiramente foram apresentadas as etapas construtivas, salientando as peculiaridades do sistema. Foi então calculado o ponto que define onde é mais vantajosa a compra ao aluguel da fôrma. Este ponto foi a partir da 244ª utilização. Para o cálculo do Fluxo de caixa, foram utilizados índices de campo, obtendo um VPL de R\$ 1.771.750,49 e um payback de sete meses. A conclusão resultante deste trabalho é que para sanar o problema de habitação no Brasil precisam ser buscadas novas tecnologias que permitam baixo custo de produção e alta produtividade, e o sistema parede de concreto mostrou-se um sistema eficaz para atender à estas necessidades, além de gerar resultado para os investidores.

Palavras-chave: Viabilidade econômica, Parede de concreto, Fôrma de alumínio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obra do MCMV com 8.000 unidades Fonte: Bairro Novo	20
Figura 2 - Pino e cunha. Fonte: Aluma Systems	22
Figura 3 - Reforço do furo dos painéis. Fonte: Aluma Systems	22
Figura 4 - Gravatas e luvas. Fonte: Aluma Systems	23
Figura 5 - Desforma com auxílio de martelo e pé-de-cabra Fonte: Aluma Systems	24
Figura 6 - Esquema representativo da superelevação.....	24
Figura 7 - Laje montada. Fonte: Aluma Systems	25
Figura 8 - Alinhadores de parede. Fonte: Aluma Systems.....	25
Figura 9 - Escora de parede. Fonte: Aluma Systems.....	26
Figura 10 - Forma de janela. Fonte: Aluma Systems	26
Figura 11 - Equipamentos de proteção coletiva.	30
Figura 12 - Comparativo entre sistemas construtivos. Fonte: FONSECA JR. (2008).....	37
Figura 13 - Fundação com arranques e alinhadores	45
Figura 14 - Armação das paredes.	46
Figura 15 - Instalação elétrica	47
Figura 16 - Painéis da fôrma montados.....	47
Figura 17 - Fôrma escorada.....	48
Figura 18 - Laje antes da concretagem.....	48
Figura 19 - Concretagem.....	49
Figura 20 - Custo x Utilizações para fôrma alugada e comprada.....	54
Figura 21 - Planilha com cálculo de parâmetros para análise de viabilidade econômica.....	58

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Classes de concreto. Fonte: FONSECA JR. (2008).....	29
QUADRO 2 - Metodologia para estudo de viabilidade	42
QUADRO 3 - Cronograma de fundação	50
QUADRO 4 - Cronograma do ciclo da fôrma	51
QUADRO 5 - Valores de mercado para forma de alumínio	52
QUADRO 6 - Taxas de depreciação adotadas	53
QUADRO 7 - Custos diretos e valor pago pela CEF	55
QUADRO 8 - Resumo de dados para cálculo de viabilidade	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Distribuição da População Brasileira de 1940 a 1991. Fonte de dados: IBGE (<i>apud</i> BOTEGA, 2008).....	12
TABELA 2 - Produtividade ao longo do tempo.....	32
TABELA 3 – Custo acumulado para fôrma comprada e alugada.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNH – Banco Nacional da Habitação
CEF – Caixa Econômica Federal
EPC – Equipamentos e Proteção Coletiva
EPI – Equipamentos de Proteção Individual
FAR – Fundo de Arrendamento Residencial
MCMV – Minha Casa Minha Vida
PAR – Programa de Arrendamento Residencial
SFH – Sistema Financeiro de Habitação
TMA – Taxa mínima de atratividade
VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Justificativa do trabalho.....	10
1.2 Objetivos.....	10
1.3 Estrutura do trabalho.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Habitação no Brasil.....	12
2.2 Racionalização e industrialização.....	16
2.3 Parede de concreto.....	18
2.3.1 Conceito.....	19
2.3.2 Materiais.....	21
2.3.2.1 Fôrma.....	21
2.3.2.2 Armação.....	27
2.3.2.3 Concreto.....	28
2.3.2.4 Segurança.....	29
2.3.3 Mão-de-obra.....	31
2.3.4 Desempenho.....	32
2.3.4.1 Segurança estrutural.....	33
2.3.4.2 Segurança contra incêndio.....	33
2.3.4.3 Estanqueidade.....	33
2.3.4.4 Desempenho térmico.....	34
2.3.4.5 Desempenho acústico.....	34
2.3.4.6 Durabilidade e Manutenibilidade.....	34
2.3.5 Vantagens e Desvantagens.....	35
2.4 Comparativo entre parede de concreto e alvenaria estrutural	36
2.5 Análise de viabilidade econômica.....	38
2.5.1 Fluxo de caixa.....	39
2.5.2 Taxa mínima de atratividade – TMA.....	39
2.5.3 Valor presente líquido – VLP.....	40
2.5.4 Tempo de recuperação do capital – payback.....	40
3 METODOLOGIA.....	42

4 ESTUDO DE CASO.....	43
4.1 Etapas construtivas.....	43
4.1.1 Fundação.....	43
4.1.2 Superestrutura.....	44
4.2 Cronograma e planejamento.....	49
4.3 Compra ou aluguel da fôrma.....	51
4.4 Estudo de viabilidade econômica.....	54
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	58
6 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICE A – ÍNDICES PAREDE DE CONCRETO.....	63
APÊNDICE B – PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO EM ESTUDO.....	64
APÊNDICE C - MEDIÇÕES DA CEF.	65
APÊNDICE D - DESPESAS PREVISTAS.....	66
ANEXO I - DADOS PARA ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL. FONTE: FONSECA JR. 2008.....	67
ANEXO II - REQUISITOS MÍNIMOS DE APARTAMENTOS PARA O PROGRAMA MCMV 2. FONTE: CAIXA 2012.....	68
ANEXO III - VALORES PAGOS POR UNIDADE PELA CEF, POR REGIÃO. FONTE: CAIXA 2012.....	69

1 INTRODUÇÃO

O problema de habitação no Brasil é produto do crescimento desordenado da população urbana e da falta de programas efetivos de governo. Historicamente, várias tentativas foram feitas para tentar que a população de baixa renda tivesse condições de arcar com as parcelas da casa própria, mas nenhuma com êxito.

Para resolver este problema, a solução era simples. Diminuir o custo das unidades habitacionais e aumentar o subsídio do governo, além de aumentar o poder de compra da população de baixa renda. Após a eleição do presidente Lula, em 2002, as políticas de governo foram voltadas para população de baixa renda, com destaque para a criação do programa Minha Casa Minha Vida.

A população de baixa renda com mais poder de compra, e o programa de governo criando condições para a aquisição da casa própria, metade dos problemas estavam resolvidos. Porém, o valor pago pelas unidades habitacionais era muito baixo, o que fez com que várias construtoras se desmotivassem a produzi-las. Era necessária a busca de novas tecnologias que permitissem a redução do custo da obra e que investir em habitação popular fosse oportunidade de negócio para as grandes construtoras.

Para reduzir custos, é de fundamental importância melhorar o processo produtivo. A industrialização dos processos é uma das alternativas e mostra-se como uma ótima opção não só para a produção de casa popular, mas para todo o cenário da construção civil. O sistema de parede de concreto, estudado neste trabalho, tem processos bem definidos e alto grau de repetitividade, podendo assim ser considerado industrializado.

O estudo das etapas construtivas e custos envolvidos darão suporte para a análise da viabilidade econômica de um empreendimento de MCMV, e pretendem mostrar parede de concreto como um método que permite resultado para as empresas, e baixo custo para o cliente final.

1.1 Justificativa do trabalho

A falta de moradia digna para as famílias de baixa renda, pode ser considerado um dos principais causadores da favelização presente nas cidades brasileiras. Este uso desordenado do solo é prejudicial a todos os cidadãos, direta ou indiretamente.

Os que não têm condições de comprar uma casa acabam se fixando em locais inapropriados e em situação de risco, seja de contaminação por falta de saneamento básico, ou de deslizamento de encostas. Além dos enormes prejuízos causados a essas pessoas, estes problemas geram custos para os cofres públicos, afetando indiretamente toda população.

É nesse cenário que o novo programa de governo para criação de unidades habitacionais de interesse social, o MCMV, está inserido. Tem como o desafio a criação de um grande número de residências de baixo custo, que atendam as necessidades básicas de moradia e que proporcionem uma melhora na qualidade de vida destas pessoas.

Paralelo ao problema de habitação, a tendência a industrialização da construção civil tem se tornado cada vez mais necessária para atender as exigências de qualidade, prazo e custo impostas pelo mercado. Novas tecnologias construtivas vêm sendo utilizadas, e entre elas a tecnologia de parede de concreto moldada *in loco*.

Para as construtoras, como qualquer outra empresa, um investimento precisa gerar resultados. Nos investimentos que envolvem construção, a análise da viabilidade econômica está diretamente ligada ao tipo de sistema construtivo utilizado, já que este influencia no prazo, custo e investimento inicial da obra.

Por ser um sistema relativamente novo no mercado brasileiro, a escolha de parede de concreto para o estudo de viabilidade econômico tem o intuito de mostrar o sistema como uma alternativa para produção de unidades habitacionais de interesse popular, apresentado algumas de suas vantagens e desvantagens.

1.2 Objetivos

O objetivo geral é analisar a viabilidade de um empreendimento inserido no programa Minha Casa Minha Vida II – MCMV II, utilizando como sistema construtivo parede de concreto moldada *in loco*, utilizando fôrma de alumínio.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Apresentar um referencial teórico que justifique as escolhas feitas para o estudo
- Determinar o ponto onde é mais vantagem comprar a alugar a fôrma de alumínio;
- Avaliar se parede de concreto é um sistema viável, do ponto de vista econômico, para construção de habitações populares.

1.3 Estrutura do trabalho

Neste capítulo 1 é apresentada uma introdução sobre o assunto que será tratado, além da justificativa do tema e os objetivos gerais e específicos do trabalho.

O capítulo 2 apresenta um referencial teórico sobre o tema abordado neste trabalho, traçando um histórico da habitação no Brasil e o cenário atual, com foco naquelas de interesse social. Os conceitos de racionalização e industrialização, o sistema construtivo parede de concreto e a análise comentada de um comparativo entre parede de concreto e alvenaria estrutural também estão inseridos neste capítulo.

O capítulo 3 diz respeito a metodologia que foi adotada para a avaliação da viabilidade econômica do empreendimento estudado.

No capítulo 4 é apresentado o estudo de caso, mostrando as etapas construtivas da tecnologia parede de concreto moldada *in loco* com forma de alumínio. Posteriormente são apresentados os cronogramas de fundação e estrutura e o planejamento completo do empreendimento e mostrado até que ponto é melhor alugar ou comprar a fôrma. Ao final, é feita análise de viabilidade com base no Valor Presente Líquido.

No capítulo 5 são analisados os resultados obtidos no estudo de caso, e feitas algumas considerações a respeito dos métodos utilizados.

No capítulo 6 é apresentada a conclusão do trabalho e uma análise crítica do autor acerca dos resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Habitação no Brasil

O déficit habitacional no Brasil é uma realidade que atinge boa parte da população, em sua maioria de baixa renda. Historicamente, o problema de moradia se deu de forma gradativa e foi influenciada por diversos fatores, como o êxodo rural:

O período Getulista, a partir do ano 1930, modificou profundamente a estrutura das cidades brasileiras ao dar início a uma grande industrialização baseada no modelo de substituição de importações, principalmente porque como já vimos, a industrialização vem acompanhada da urbanização. Nesta época tem-se um crescimento da população urbana de 11,3% em 1920 para 31,2% em 1940 (BOTEGA, 2008, p.4).

Analisando os dados da tabela (TAB.1), observamos que a partir de 1940, o crescimento da população urbana foi bastante significativo.

TABELA 1 - Distribuição da População Brasileira de 1940 a 1991.

Anos	População Urbana	População Rural
1940	31,20%	68,80%
1950	36,20%	63,80%
1960	45,40%	54,60%
1970	55,90%	44,10%
1980	67,70%	32,40%
1991	74,80%	24,50%

Fonte de dados: IBGE¹ (*apud* BOTEGA, 2008)

A quantidade de pessoas que vinham procurar melhores condições de vida nas cidades não era proporcional ao número de habitações disponíveis, e muitas delas acabaram se fixando em favelas e residências sem qualquer estrutura.

¹ IBGE, censos demográficos.

Neste contexto começou-se a pensar os problemas advindos da urbanização de forma mais precisa, principalmente a “crise de habitação” que afetava profundamente as classes populares, mais especificamente as pessoas que deixavam o campo em busca de uma vida melhor na cidade (BOTEGA, 2008, p. 5).

Era necessário idealizar uma política governamental efetiva para o setor habitacional, e em 1964, a criação do Sistema Financeiro de Habitação - SFH foi o pontapé inicial para criar condições financeiras e subsidiar os que não tinham moradia digna. Segundo Vasconcelos e Cândido Júnior (1996, pág. 15) “era necessário compatibilizar o reajuste das prestações e dos saldos devedores com os juros do financiamento. “

Em 1971, um relatório do Banco Nacional da Habitação - BNH foi divulgado e demonstrou que os recursos foram suficientes para atender apenas 24% da demanda populacional. Segundo Bolaffi (1982), “isto significa que, seis anos após a criação do BNH, toda a sua contribuição para atender ou diminuir o déficit que ele se propôs eliminar constituiu em que esse mesmo déficit aumentasse em 76 por cento.”

Além de não atender uma quantidade suficiente da população para resolver o problema habitacional, no início da década de 80, a economia do Brasil passava por um período de instabilidade, e os ajustes salariais não acompanhavam a inflação do país, fazendo com que os beneficiados não fossem capazes de pagar as parcelas dos imóveis.

Nessas circunstâncias, a política habitacional enfrenta um dilema de difícil solução: se subsidia, fica comprometida a produção quantitativa de casas; se busca um nível maior de eficiência, fica excluída uma considerável parcela da população dos programas convencionais de habitação popular (VASCONCELOS; CÂNDIDO JUNIOR, 1996, p.18).

Então, mesmo que o SFH fosse capaz de financiar um grande número de imóveis, não receberia esse valor por parte dos beneficiados. Com o sistema fadado ao fracasso, em 1986 culminou no fim do BNH.

Portanto, esta foi à conjuntura vivenciada pelo Brasil, no tocante a habitação, quando, a partir do Decreto nº 2 291 de 21 de novembro de 1986, o presidente José Sarney decretou o fim do Banco Nacional de Habitação. Este acaba sendo incorporado pela Caixa Econômica Federal, tornando a questão habitacional uma mera política setorial para esta instituição que não possuía qualquer tradição com relação ao tema (BOTEGA, 2008, p.10).

Sem perspectivas e projetos de sucesso, a questão de habitação deixou de ser prioridade e passou por um longo período estagnada. Mais um programa fracassado do governo poderia acarretar em perda de eleitores e credibilidade.

Pouco se fez para o atendimento das necessidades habitacionais no Brasil, no período de 1986 a 2002, por iniciativa direta do governo federal. Desta forma, o setor privado ocupou esta lacuna provendo habitação para o segmento de maior renda. A deficiência de ação governamental agravou a carência habitacional no país para as famílias de baixa renda (CAIXA, 2011).

Em 2002, Luiz Inácio Lula da Silva é eleito o novo presidente do Brasil, e concentra sua política de governo para o setor de baixa renda. Já em 2003, foi criado o Ministério das Cidades com o intuito de promover a igualdade social, de forma a melhorar a moradia, saneamento e transporte. No ano seguinte, foi aprovada a Política Nacional de Habitação.

Os Programas do Sistema de Habitação de Interesse Social contemplam ações de urbanização de favelas, realocação de famílias em áreas de risco, alagados, cortiços, etc.. São utilizados recursos originários do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS, do Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT, do Fundo de Desenvolvimento Social – FDS, do Fundo de Arrendamento Residencial – FAR, do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e do Orçamento Geral da União – OGU (CAIXA, 2011, p.10).

Foi no ano de 2008, com a crise financeira internacional, que o governo viu como alternativa de solução para minimizar os efeitos da crise, investir na construção de habitações de interesse social. Então, foi criado o programa Minha Casa Minha Vida - MCMV, que através da construção de casas populares, impulsionou o mercado da construção civil e minimizou os efeitos da crise no Brasil.

A produção de imóveis residenciais impulsiona a economia e proporciona oportunidades de desenvolvimento para o país. No PMCMV, foram contratadas mais de um milhão de unidades habitacionais de abril de 2009 até 2010. Estas obras geraram milhares de empregos e representaram uma significativa contribuição para o aquecimento da economia, minimizando os efeitos da crise financeira internacional no Brasil (CAIXA, 2011, p.10).

De acordo com o projeto MCMV da Caixa (2011), o programa tem como público alvo famílias de renda inferior a dez salários mínimos e divide as faixas em três: até três, de três a seis e de seis a dez. Para cada faixa, o programa oferece uma condição de pagamento diferenciada, que são as que seguem:

- Até três salários: o pagamento do beneficiário está limitado a parcelas mensais equivalente a 10% da renda mensal (mínimo de R\$50,00), durante um período de dez anos.
- De três a seis salários: o financiamento está limitado ao período máximo de trinta anos, e não pode comprometer maior de 20% da renda mensal do beneficiário.
- De seis a dez salários: não possui subsídio direto do governo, porém são igualmente beneficiadas com taxas reduzidas.

Para reduzir o déficit habitacional em municípios com mais de 100.000 habitantes, o Ministério das Cidades criou um subprograma do MCMV, o Programa de Arrendamento Residencial – PAR operacionalizado pela Caixa Econômica Federal e financiado pelo Fundo de Arrendamento Residencial – FAR.

Caso haja interesse, firma-se um convênio entre a prefeitura e a CAIXA. Emite-se, então, um comunicado oficial convocando construtoras a apresentarem seus projetos para o PAR. Com a aquisição do terreno e a contratação da construtora, iniciam-se as obras. Assim que os imóveis ficam prontos, inicia-se a seleção das famílias a serem beneficiadas pelo arrendamento. Cabe à prefeitura indicar os candidatos ao arrendamento, mas é a CAIXA quem os seleciona e também escolhe uma empresa administradora para cuidar dos contratos com os arrendatários. (CAIXA, 2012)

Esta é uma parceria interessante para as construtoras contratadas pela CEF, pois não há preocupação em vender o empreendimento.

A responsável pela fiscalização da obra e liberação do pagamento é a CEF. Os valores pagos por empreendimento variam por região, e a média é de R\$42.000,00 para MCMV 1 e R\$55.188,00 para o MCMV 2. Isso se deve basicamente às melhorias e mudanças de especificações entre os dois programas.

Em suma, o investimento no setor de habitação popular e o grande número de unidades a serem construídas, fizeram com que as construtoras dessem uma atenção especial no setor de baixa renda. Mas, para tornar o valor dos imóveis acessível e gerar resultado, era necessário que o processo produtivo tivesse o mínimo de desperdício possível, e um baixo

custo de produção. Isso fez com que diversos métodos construtivos voltassem a ser utilizados no Brasil, como o sistema de parede de concreto moldado *in loco*.

2.2 Racionalização e industrialização

O dicionário Aurélio (2012) define o significado de racionalização como sendo “ato ou efeito de racionalizar./ Simplificação e aperfeiçoamento de uma técnica, de modo que melhore o rendimento”. Já na construção civil, a tendência à racionalização tem como principal objetivo: evitar desperdícios; aumentar a produtividade; ter um maior controle e qualidade do produto; e principalmente a redução do custo e prazo de entrega da obra.

No contexto de limitações de recursos, aumento destes e a concorrência, é que, para um empreendimento ter sucesso é necessário usar como fonte de sobrevivência o raciocínio, e utilizar fatores simples dentro da empresa como estratégias marcantes para o sucesso. Para isso, é-se necessário o máximo de racionalidade na realização de projetos ou das atividades produtivas, com o menor dispêndio de trabalho visando os custos mais favoráveis possíveis, com a mais alta taxa de produtividade e um máximo de segurança no ambiente de trabalho. A união do planejamento, aquisição, administração, marketing e postura orientada ao cliente é o caminho para o sucesso almejado (GEHBAUER, 2004).

Podemos dizer, então, que o processo de racionalização se dá através de um conjunto de medidas que vêm antes do início das obras, passam pelo período da construção e refletem sua efetividade ao longo do pós-entrega, reduzindo os custos dos serviços de garantia e avaliando a satisfação do cliente.

Na etapa da escolha do sistema construtivo, o ideal é que se opte por um sistema adequado ao tipo de empreendimento que será construído. No caso de habitação popular, para que os custos e o prazo sejam diminuídos significativamente, é necessário um método que permita uma alta produtividade e tenha processos bem definidos. Na fase de projetos, “deve-se ressaltar, que a qualidade do projeto é condição necessária para a implantação de uma política de racionalização e qualidade” (FRANCO, 1996, p.5).

Segundo o próprio Franco:

A implementação da qualidade nos projetos não é tarefa simples. Depende de muitos aspectos, entre os quais, destaca-se a necessidade de criação de uma nova estrutura de desenvolvimento dos mesmos, que facilite a obtenção de todo o potencial de racionalização construtiva presente nesta fase. Neste sentido, torna-se essencial a eficaz coordenação dos projetos. Esta, pode ser entendida como a atividade que dá suporte ao desenvolvimento dos projetos. O objetivo primordial desta atividade é que os projetos sejam elaborados de forma a atender aos objetivos do empreendimento, proporcionando à fase de execução a qualidade e eficiência esperadas (FRANCO, 1996, p.5)

Após o estudo e projeto do empreendimento, inicia-se a fase onde estão envolvidos os maiores custos e onde se deve ter o maior controle, a obra. A baixa produtividade e o desperdício de material são problemas encontrados com frequência em canteiros, e que devem ser evitados. Como alternativa de solução e tendência de mercado, está ocorrendo um processo de industrialização dos processos produtivos.

Segundo Baptista (2005), a industrialização é processo organizacional caracterizado pela: continuidade no fluxo de produção; padronização; integração dos diferentes estágios do processo global de produção; alto nível de organização do trabalho; mecanização em substituição ao trabalho manual sempre que possível; pesquisa e experimentação organizada integradas à produção.

Para garantir um fluxo contínuo de produção, é fundamental que não faltem materiais que atrapalhem na produção da obra. Este é o papel do responsável por suprimentos, que deve conhecer bem as etapas construtivas e planejar estoques mínimos para possíveis atrasos de fornecedores. Já a distribuição dos insumos na obra depende da sinergia entre o almoxarifado e os responsáveis da produção, que devem fazer um planejamento de curto prazo. Desta forma, os materiais estarão o mais próximo possível do local em que serão utilizados, minimizando a quantidade de funcionários ociosos.

Padronização é o segredo da produção em série. Este conceito foi introduzido por Henry Ford em 1913, quando mudou o sistema de produção de uma fábrica de carros, de forma a padronizar todos os elementos envolvidos no processo produtivo. Isso tornou os veículos produzidos acessíveis às classes mais populares na época. No caso da construção, a idéia é a mesma, padronizar os processos para reduzir os custos.

A indústria da construção brasileira vive um momento singular, beneficiada pela grande demanda por edificações e pelo crescente acesso da população ao crédito. Essa situação, que é bastante positiva, exige das construtoras maior foco em obras duráveis, realizadas dentro de padrões técnicos reconhecidos, com segurança estrutural, velocidade de execução e bom gosto estético (FONSECA JR., 2008, p. 1)

Logo, conclui-se que a racionalização e industrialização que vem ocorrendo na construção civil são de fundamental importância para os empreendimentos de todos os segmentos econômicos, já que há um aumento também na qualidade do produto final. Como o estudo de caso que será apresentado posteriormente terá foco em habitação popular, a redução do custo e prazo da obra proporcionada pela combinação industrialização e racionalização, torna o produto acessível às camadas de baixa renda da população (zero a três salários mínimos).

2.3 Parede de concreto

A tecnologia de parede de concreto voltou ao Brasil com força total após a criação do programa de governo MCMV, com metas arrojadas para a construção de unidades habitacionais, principalmente de baixa renda. Esta tecnologia já vinha sendo utilizada em diversos países, que segundo autor:

O sistema PAREDE DE CONCRETO é inspirado em experiências consagradas e bem-sucedidas de construção industrializada em concreto celular (sistema Gethal) e em concreto convencional (sistema Outinord), além de várias obras com painéis de fôrmas deslizantes ou trepantes, sobretudo nas décadas de 70 e 80 (FONSECA JR., 2008, p.12).

A preocupação e investimentos nessa tecnologia são explicados ainda como “ (...) um sistema construtivo racionalizado, que oferece as vantagens da produção em alta escala sem perda de qualidade - condições técnicas e econômicas perfeitas para a atual demanda do mercado brasileiro da construção” (FONSECA JR., 2008, p.6).

Para entender melhor os custos envolvidos na construção, serão mostrados alguns detalhes do método construtivo, mão de obra e as máquinas e equipamentos necessários.

2.3.1 Conceito

O sistema construtivo parede de concreto moldado *in loco* é uma tecnologia em que as paredes de vedação interna e externa são substituídas por uma estrutura de concreto armado. As paredes devem ser dimensionadas para resistir aos esforços horizontais e verticais, eliminando a necessidade de pilares e vigas. A fôrma utilizada pode ser metálica, metálica com madeira ou plástica, e as paredes são armadas com telas soldadas.

Segundo Fonseca Jr. (2008), o sistema é indicado para empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínio e edifícios residenciais e pode ser empregado nos seguintes casos: casas térreas; casas assobradadas; edifícios com pavimento térreo mais cinco pavimentos-tipo; edifícios com pavimento térreo mais oito pavimentos-tipo; edifícios de até 30 pavimentos; edifícios com mais de 30 pavimentos (são considerados casos especiais e específicos).

Para o cenário hoje de habitação no Brasil, “o sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção racionalizado que oferece produtividade, qualidade e economia de escala quando o desafio é a redução do déficit habitacional” (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Na Coletânea de Ativos Parede de Concreto 2007/2008, Fonseca Jr. (2008) frisa que por ser um sistema racionalizado, permite que seja feito um planejamento completo e detalhado da obra, e reduz as atividades artesanais e improvisações, diminuindo o número de operários no canteiro. Isso faz com que o tempo e o custo da obra diminuam, e aumentam a produtividade e a margem do negócio. Para o autor, o que viabiliza a utilização do método é a escala, velocidade compatível, padronização e o planejamento sistêmico. A FIGURA 01 é um exemplo de um empreendimento de unidades habitacionais feitas em larga escala.



FIGURA 01 – Obra do MCMV com 8.000 unidades Fonte: Bairro Novo

Por ser um sistema novo e pouco utilizado no Brasil, não existia uma norma técnica específica para parede de concreto, o que era uma dificuldade para os construtores. O cálculo era feito com base nas normas já existentes, e precisavam de aprovação de um órgão específico. No dia 29 de Fevereiro de 2012, foi aprovada a norma para parede de concreto, e segundo Rubens Monge em entrevista a Pini "anteriormente, todas as empresas que quisessem utilizar esse sistema construtivo tinham que obter um Documento de Avaliação Técnica (DATec) junto ao Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (Sinat). (...) A norma possibilita que mais construtoras utilizem o sistema" (Lima, 2012).

Apesar do sistema não ser novo, é inovador para a realidade do mercado de hoje, já que a escala de produção é elevada. Isso viabiliza o empreendimento tanto para a construtora como para o cliente final, que precisa de uma moradia digna, com qualidade e acessível para sua realidade financeira.

2.3.2 Materiais

Para a análise de viabilidade econômica, será necessário conhecer um pouco melhor sobre os principais materiais que fazem parte da cadeia produtiva de parede de concreto. Por ser uma tecnologia que apresenta diversas particularidades, foi dado foco aos materiais de uso específicos do sistema. Como no estudo serão utilizados os dados de fôrma de alumínio, os outros tipos de fôrmas serão apenas citados, mas possuem também sua especificidade.

2.3.2.1 Fôrma

Como veremos mais adiante, a fôrma representa uma quantia significativa do custo da estrutura. Existem três opções de formas para executar parede de concreto, que podem ser metálicas, metálicas com madeira e plásticas. Os parâmetros a serem utilizados para a escolha são: peso, rigidez, confiabilidade do fornecedor, adequação ao projeto, tipo de montagem e quantidade de utilizações. Segundo a Coletânea de Ativos 2007/2008, “o projeto de fôrmas deve prever que os painéis sejam modulados com dimensões e peso que permitam o fácil manuseio e transporte por um operário” (FONSECA JR., 2008, p.81)

É necessário um estudo prévio para decidir entre a locação, *leasing* ou compra da fôrma, a depender da quantidade de repetições que será utilizada a fôrma e condições oferecidas pelo fornecedor. No capítulo 4 será feita essa análise para o empreendimento escolhido.

Como a fôrma que será aplicada no estudo de caso será a metálica (alumínio), serão apresentados agora os equipamentos, ferramentas e materiais, que serão posteriormente inseridos na planilha de custos. Pode existir uma variação entre os produtos de diferentes fabricantes de fôrma, e o que será mostrado é o adotado por um deles.

A fixação dos painéis é feita com auxílio de pinos e cunhas (FIGURA 02), que são colocados no lado externo e interno da forma em furos reforçados com anéis de níquel-prata para aumentar a vida útil dos furos e painéis (FIGURA 03). Entre o pino e a placa, existe uma bucha de silicone, que garante o aperto da cunha mesmo com as vibrações da concretagem e do impacto do martelo.



Figura 02 – Pino e cunha. Fonte: Aluma Systems



Figura 03 – Reforço do furo dos painéis. Fonte: Aluma Systems

Entre um painel e outro, estão as “gravatas”, que servem para unir as formas externas e internas e garantem a espessura da parede. Para facilitar a retirada das “gravatas” após a concretagem, é utilizada uma luva de poliestireno, que deve ser removida após a desforma. Na

Figura a seguir (FIGURA 04), temos o lado da forma interno já montado, e as gravatas já com as luvas.



Figura 04 – Gravatas e luvas. Fonte: Aluma Systems

Algumas ferramentas são necessárias para auxiliar na montagem e desmontagem da fôrma. No caso da fôrma de alumínio, as ferramentas necessárias são basicamente pés-de-cabra e martelos. Os martelos servem para fixar as cunhas nos pinos, e o pé-de-cabra serve para ajudar a coincidir os dois locais onde serão inseridos os pinos, e a retirada das cunhas na desforma (FIGURA 05). A fôrma é composta de painéis de diferente tamanhos, e alguns elementos que ajudam na qualidade e eficácia do projeto. A seguir, serão mostrados alguns dos principais elementos e suas funções

Nas paredes, nos locais onde não há vãos, a fôrma é basicamente composta de painéis planos e cantoneiras (FIGURA 06). O tamanho e o peso dos painéis devem possibilitar sem prejuízos ao trabalhador, a montagem e transporte durante o ciclo. O fabricante consultado utiliza como padrão painéis de no máximo 35 kg, e dimensões limite de 0,60 metros de largura e 3 metros de altura.



**Figura 05 – Desforma com auxílio de martelo e pé-de-cabra.
Fonte: Aluma Systems**



Figura 06 – Painéis de parede. Fonte: Aluma Systems

Os painéis que compõem o teto funcionam também como forma para a laje e são fixados nas cantoneiras após a montagem das paredes. Para facilitar a desforma os painéis possuem cantos chanfrados. O escoramento é feito conforme o projeto e após a desforma continua no local, até a laje adquirir resistência suficiente para que possam ser retirados. A foto a seguir mostra a laje montada. (FIGURA 07).

Como elementos que ajudam da qualidade do produto final, o fabricante inclui no projeto vigas que servem como alinhadores (FIGURA 08) das paredes e escoras para aprumá-las (FIGURA 09).



Figura 07 – Laje montada. Fonte: Aluma Systems



Figura 08 – Alinhadores de parede. Fonte: Aluma Systems



Figura 09 – Escora de parede. Fonte: Aluma Systems

Nos locais onde existem vãos, como janelas e portas, a forma possui reforço com a adição de cantoneiras e extrusão nos painéis laterais. (FIGURA 10)



Figura 10 – Forma de janela. Fonte: Aluma Systems

A logística de transporte da fôrma no canteiro é de extrema importância para garantir a velocidade do processo produtivo. Para o deslocamento horizontal dos painéis da forma de alumínio, que é feito após a conclusão do prédio ou casa, pode ser utilizado o transporte manual, ou se a distância a ser percorrida for grande, com auxílio de uma máquina.

No caso de construções prediais, o transporte vertical é feito pelos próprios funcionários até chegar ao último pavimento, pois os painéis são leves e de dimensões que permitem um transporte rápido. Ao chegar ao último pavimento, as placas precisam ser transportadas para o térreo, o que deve ser feito com auxílio de um manipulador telescópico, para ganhar tempo e produtividade.

É muito importante para garantir à durabilidade da fôrma a utilização de desmoldante, que facilita também da desforma, pois faz com que os painéis sejam retirados com maior facilidade. Este pode ser aplicado com aspersores ou rolo de lã.

2.3.2.2 Armação

As paredes de concreto têm função estrutural, e por isso precisam ser armadas, geralmente com telas soldadas nas paredes, e barras de aço nas cintas superiores das paredes, arranques para fixar as telas do pavimento superior e locais onde haja vazio, como por exemplo, nos vãos de esquadria e porta. Segundo Fonseca Jr. (2008), “na PAREDE DE CONCRETO as armaduras têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás” (FONSECA JR, 2008, p.83)

Tendo em vista que todas as paredes de vedação são de concreto armado, o sistema construtivo utiliza uma grande quantidade de aço, e por esse motivo devem ser tomados alguns cuidados para evitar problemas com a falta e má distribuição deste material. Se o aço for comprado já cortado e dobrado, a preocupação é garantir que o fabricante não atrase os pedidos (que devem ser planejados com antecedência) e que haja uma logística de distribuição de aço no canteiro. Quando as telas e barras são compradas com dimensões de fábrica, é necessário um plano de corte e dobra que evite perdas, e a criação de uma central de kit que acompanhe o ritmo da obra.

Nas armaduras devem ser colocados espaçadores plásticos previstos em projeto, que “... são imprescindíveis para garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis em obediência ao projeto, especialmente alinhamentos e espessura de paredes” (FONSECA JR, 2008, p.84).

2.3.2.3 Concreto

O concreto representa uma parcela significativa no custo da obra, e por isso merece atenção especial. Segundo Coletânea de ativos – parede de concreto 2007/2008,

A concretagem e todas as ações precedentes são fundamentais para que estrutura executada corresponda ao projeto estrutural, garantindo assim a durabilidade e a qualidade desejadas. Uma das produções mais eficientes ocorre a partir de concretos dosados em centrais e fornecidos ao canteiro em caminhões betoneira, incorrendo-se sempre em melhores controles de: qualidade de agregados, medidas em peso, precisão de volumes, garantia da concreteira quanto ao desempenho do concreto recebido etc. (FONSECA JR, 2008, p.84)

Em casos de condomínios com grande quantidade de unidades, o ideal é ter uma central dosadora dentro do canteiro para evitar atrasos devido ao trânsito e para tornar mais rápido o processo de concretagem, já que qualquer atraso na concretagem representa um atraso na desforma. Isso porque para que seja feita a desforma, o concreto precisa ter atingido uma resistência mínima estipulada por projeto.

Devido ao grande volume de concreto utilizado no sistema, é recomendada a adição de fibra de polipropileno ou quaisquer outros materiais que evitem a retração. O concreto utilizado para preencher as formas de alumínio precisa ter uma plasticidade alta, evitando assim locais com falhas de concretagem. Para as lajes deve-se seguir a norma NBR 6118, e a seguir, temos um quadro com os tipos de concreto recomendados para as paredes (QUADRO 01)

QUADRO 01 - Classes de concreto.

Tipo	Descrição	Massa específica kg/m ³	Resistência à compressão mínima Mpa
<i>L1</i>	Concreto celular	1.500 a 1.600	4
<i>L2</i>	Concreto com agregado leve	1.500 a 1.800	20
<i>M</i>	Concreto com ar incorporado	1.900 a 2.000	6
<i>N</i>	Concreto normal	2.000 a 2.800	20

Fonte: FONSECA JR. (2008)

Como em toda estrutura de concreto armado, o controle tecnológico na parede de concreto também se dá através do rompimento de corpos de prova para verificação de sua resistência. A diferença está na idade do rompimento, pois além dos ensaios de três, sete e vinte e oito dias estipulados por norma específica, antes de desformar as paredes é preciso fazer um novo ensaio, que geralmente é de apenas 14 horas após a concretagem. Isso gera um custo adicional, mas é de fundamental importância para segurança dos funcionários e para evitar futuras patologias.

2.3.2.4 Segurança

A segurança do trabalho é fundamental para a preservação da vida dentro do canteiro obras, o que não é diferente no caso de parede de concreto. Não existem normas específicas para o sistema construtivo, e por isso são utilizadas as recomendações da NR 18. Existem alguns cuidados especiais que precisam ser tomados para evitar acidentes que são específicos para o sistema construtivo. Por se tratar de um estudo de viabilidade econômica, será dado foco nos Equipamentos e Proteção Coletiva – EPC's que impactam no custo, já que os Equipamentos de Proteção Individual – EPI's utilizados são os mesmos recomendados pela norma.

Os EPC's para parede de concreto devem ser adquiridos junto com a fôrma. Alguns deles que são acoplados à própria fôrma e além reduzir acidente, ajudam no processo de montagem. O Guarda corpo é instalado após a montagem dos painéis da parede e laje, e serve

como proteção para os funcionários que irão trabalhar em cima da laje. A Plataforma é importante para o fechamento dos painéis externos e para evitar a queda de materiais, e é instalado utilizando os vazios deixados no local das gravatas após a concretagem. Já a Linha de vida é fixada nos próprios painéis da forma. Esses três elementos podem ser observados na Figura 13.



Figura 11 – Equipamentos de proteção coletiva. Fonte: autoria própria

A montagem da forma depende da instalação destes equipamentos, o que os torna além de obrigatórios, condicionantes para a conclusão do ciclo.

A utilização de fôrmas prontas para o processo de construção de paredes de concreto contribui para a diminuição dos índices de acidentes, por proporcionar maior segurança aos trabalhadores, comparada com o processo de execução de fôrmas na obra, evidenciado por grandes melhorias advindas do projeto, do planejamento, da logística e pelo menor número de pessoas envolvidas na produção (FONSECA JR, 2009, p.112)

O custo dos EPC's já deve estar incluído no valor global da fôrma. No estudo de viabilidade que será apresentado no capítulo quatro, todos os valores referentes a fôrma de alumínio já incluem os custos das plataformas e guarda-corpo.

2.3.3 Mão-de-obra

Parede de concreto é um sistema novo no mercado brasileiro, e por este motivo existe pouca mão-de-obra especializada para montagem de painéis de alumínio. Por ser um processo relativamente fácil, o aprendizado é rápido e com pouco tempo pode-se atingir a produtividade desejada. Para Missurelli e Massuda (2009), contudo, não há necessidade de contratação de mão-de-obra especializada, o que facilitaria na execução de projetos em todo país.

A fôrma pode ser montada exclusivamente por montadores, ou por esses e alguns ajudantes. Os ajudantes têm a função de carregar os painéis, auxiliar na montagem da forma e aprender o processo para que possam se tornar montadores. Os montadores por sua vez são os responsáveis pela montagem dos painéis, e precisam conhecer o projeto e a sequência executiva. Estes são auxiliados por um encarregado.

Em um estudo feito pelo autor deste trabalho, durante uma obra de unidades para MCMV, pode-se perceber o crescimento de produtividade ao longo do tempo, e os resultados podem ser vistos na tabela 2. Os números representam a quantidade de hora-homem por metro quadrado de forma (hh/m²) e a primeira coluna da planilha indica a média e identifica as fôrmas como F1, F2, F3, F4, F5, e F6, totalizando seis jogos de fôrma.

TABELA 2: produtividade ao longo do tempo

MÊS	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°
MÉDIA	4,3	1,6	1,5	1,3	1	0,9	1	1	1,1	0,9	3,1	2	1	0,8	0,9	0,7	0,6
F1	2,8	2,6	1,4	1	0,8	0,8	0,7	1,1	1,1	0,8	4,1	1,4	1	0,7	0,9	0,7	0,6
F2	0	5,3	0	1,8	1,2	0,8	1	1,1	1	1,2	4,1	1,4	1,1	0,7	0,8	0,6	0,6
F3	0	0	2,8	1,3	1	1,1	1	0,9	1,2	0,9	2,8	2,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7
F4	0	1,8	1,4	1,4	0,9	0,8	0,9	0,8	1,2	1,1	2,8	3,4	1,2	0,9	1,1	0,7	0,6
F5	0	1,8	1,3	1,4	1,1	0,9	1,3	0,9	1,3	0,9	2,8	2,8	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7
F6	4,4	1,6	2,8	1,4	1,2	0,9	1,1	0,9	0,9	0,8	2,8	1,8	1	0,7	0,8	0,6	0,5

Pode-se perceber observando os índices do primeiro para o segundo mês, e o aumento da produtividade quase triplicou. Já no final da obra, foram alcançados índices de 0,5 (h/m²), com condições climáticas favoráveis e os colaboradores treinados.

Logo, é possível afirmar que mão-de-obra qualificada no sistema construtivo parede de concreto não é um problema, e inclusive pode ser alternativa para capacitação de uma nova classe de profissionais na construção civil e geração de emprego e renda.

2.3.4 Desempenho

O desempenho das estruturas diz respeito a alguns requisitos que precisam ser cumpridos para garantir segurança, qualidade e conforto para o usuário. Apesar da norma de desempenho ABNT NBR 15575 ainda não estar em vigor, na Coletânea de Ativos 2007/2008 um conjunto de ensaios foram feitos para avaliar se o sistema construtivo atende aos padrões estipulados pela norma e será apresentado agora um resumo dos resultados obtidos (FONSECA JR., 2008).

Os tipos de concretos ensaiados foram os mesmo presentes no Quadro 1 e os resultados foram:

2.3.4.1 Segurança estrutural

Neste quesito, é analisada a segurança da estrutura e a sensação de segurança transmitida para o usuário. Os ensaios foram de: impacto de corpos moles, impacto de corpos duros, arrancamento e impacto de portas.

Todos os ensaios foram atenderam as especificações mínimas da norma, com exceção do ensaio de arrancamento horizontal para o concreto L1, que apresentou deformação residual maior que o máximo permitido. Vale ressaltar o desempenho no que diz respeito às deformações da estrutura, e para Fonseca Jr. (2008), apresentou deformações muito inferiores aos processos convencionais.

2.3.4.2 Segurança contra incêndio

Para ter um bom desempenho contra incêndio, a estrutura deve ter baixa probabilidade de início de incêndio, alta probabilidade dos usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria e reduzir a extensão de danos à vizinhança.

Parede de concreto mostrou um ótimo desempenho neste item, como destacado pelo autor na coletânea de ativos: “O sistema de paredes de concreto é um dos melhores para a segurança contra incêndio. Material incombustível e de baixa transmissão de calor” (FONSECA JR., 2008, p. 64).

2.3.4.3 Estanqueidade

Neste item é avaliada a capacidade estanqueidade da estrutura a água, proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes.

Foi ensaiado apenas o concreto mais propício a falha, no caso o L1, que é o mais poroso. Este atendeu a norma e apresentou um bom desempenho quando a estanqueidade.

2.3.4.4 Desempenho térmico

O desempenho térmico depende de vários outros fatores que não a vedação, como revestimento externo, esquadrias e cobertura. Para avaliar o desempenho térmico a norma divide o Brasil em oito zonas bioclimáticas, e nas condições de inverno e verão.

Para este quesito, a Coletânea de Ativos 2007/2008: parede de concreto conclui que:

Como o desempenho térmico das construções depende de uma série de fatores além das paredes, principalmente o tipo de cobertura e aberturas para ventilação, é possível afirmar, de forma conclusiva, que o desempenho térmico exigido na Norma pode ser alcançado com construções em paredes de concreto em todas as zonas climáticas brasileiras, desde que o projeto atenda a esses requisitos. Nos casos mais desfavoráveis, para as zonas muito frias, no inverno, pode ser recomendável considerar a insolação e, às vezes, aquecimento interno. Para as zonas mais quentes, no verão, é fundamental a proteção térmica da cobertura e a ventilação dos ambientes, bem como o sombreamento (FONSECA JR., 2008, p 69).

2.3.4.5 Desempenho acústico

É a capacidade da estrutura em atenuar ruídos externos, entre unidades habitacionais distintas e entre cômodos de uma mesma unidade. De maneira geral, todos os tipos de concreto ensaiados atenderam ao mínimo da norma, com exceção do tipo “M”, que por problemas com a janela, ficou acima do estipulado.

2.3.4.6 Durabilidade e Manutenibilidade

Este item está diretamente ligado a capacidade da edificação em cumprir as funções que lhe foram atribuídas durante determinado tempo. Envolve uma série de itens e, portanto, precisa de uma análise mais detalhada. No que diz respeito às paredes de concreto, Fonseca

Jr. (2008) afirma que a durabilidade dos sistemas a base de concreto já foram comprovadas pela sua larga utilização no Brasil e em outros diversos países.

De maneira geral, o sistema apresentou em todos os itens ensaiados, um bom desempenho, precisando de alguns ajustes pontuais. De acordo com a Coletânea de Ativos 2007/2008, “o sistema construtivo com paredes de concreto mostrou um ótimo desempenho, bastante superior aos convencionais” (FONSECA JR., 2008, p 72).

2.3.5 Vantagens e Desvantagens

No momento da escolha do sistema construtivo a ser adotado para um empreendimento, são levados em consideração diversos fatores que ajudam na decisão. Um destes fatores são as vantagens e desvantagens que o sistema oferece para o tipo de empreendimento. A seguir, serão listadas algumas das principais vantagens do sistema construtivo parede de concreto.

A velocidade de execução é o maior diferencial da tecnologia em relação aos demais sistemas construtivos. A velocidade que o sistema permite é notável, e de acordo com Santos (2012), quando no concreto armado a estrutura e o fechamento é feito em até seis meses, na alvenaria estrutural faz-se em dois meses, em paredes de concreto, dez dias. Isso permite além de uma maior segurança no cumprimento dos prazos acordados, uma redução do custo do indireto.

Pode-se dizer que é um sistema industrializado, pois possui um alto número de repetições que permite potencializar a produtividade através treinamento específico para a tecnologia. Isso faz com que os índices de mão de obra melhorem significativamente ao longo do período construtivo. A qualidade também melhora em função da quantidade de repetições, reduzindo a quantidade de retrabalhos.

Já o desempenho, que foi item de discussão do capítulo anterior, a tecnologia apresentou bons resultados.

Quanto ao revestimento, a parede de concreto permite a redução do uso de revestimento, que só é utilizado nas paredes em locais onde houve falha na concretagem ou imperfeições na forma. “A grande redução da espessura das camadas de revestimento é uma

das principais características do sistema construtivo de paredes de concreto.” (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

A respeito do acabamento, as fôrmas metálicas possuem faces planas e pouco deformáveis, acarretando em um acabamento superior às formas comuns. Permitem um bom acabamento interno e externo.

Uma desvantagem é a falta de adaptabilidade do projeto arquitetônico, pois, de forma análoga as indústrias, para que o custo de produção seja reduzido, é necessário que haja uma padronização do produto. Isso pode ser considerado uma desvantagem pois limita o uso da tecnologia.

O cuidado e estudo para elaboração das formas e necessidade de investimento em treinamento para os funcionários, geram um custo adicional em comparação aos sistemas usuais. Outra dificuldade está na manutenção pós entrega, pois como as paredes têm resistência elevada, dificulta, por exemplo, no reparo de instalações hidráulicas e elétricas.

2.4 Comparativo entre parede de concreto e alvenaria estrutural

A escolha do melhor sistema construtivo para o tipo de obra em estudo é baseada em um conjunto de fatores que influenciam basicamente no custo, prazo e qualidade da obra. Para Veras (2001), a análise de investimentos não diz respeito apenas a qual das alternativas é a melhor para investir, mas também a análise de se o único investimento provoca interesse na implantação do mesmo.

A busca da análise comparativa entre parede de concreto e um sistema que já é de certa forma mais difundido no país, ajuda na decisão de qual a tecnologia a ser adotada para a realização do projeto. Alvenaria estrutural foi escolhida por ser considerado também um sistema racionalizado que apresenta velocidade de produção, superando o sistema convencional de laje-viga-pilar.

Fazendo uma análise qualitativa, os dois sistemas podem ser racionalizados e evitam desperdício de material. Porém, parede de concreto se destaca pela velocidade, já que as lajes

são concretadas juntamente com as paredes. Outra vantagem é que dispensa o uso de reboco e emboço, e o revestimento pode ser aplicado diretamente na parede.

No que diz respeito à análise quantitativa de custos, será mostrada a seguir o resultado de uma simulação que foi feita pelo Eng. Carlos Chaves, para um empreendimento localizado na cidade de São José do Rio Preto, no estado de São Paulo (FIGURA 12). O estudo completo pode ser visto na Coletânea de ativos 2007/2008, e alguns dados sobre o projeto estão presentes no ANEXO I.

ITEM	ALV. ESTRUTURAL		PAREDE DE CONCRETO	
	Tempo de Obra = 15,4 meses		Tempo de Obra = 13,2 meses	
	R\$	%	R\$	%
Terraplanagem	88.704,00	0,7%	88.704,00	0,8%
Fundações	403.200,00	3,3%	403.200,00	3,4%
Fôrmas	112.818,46	0,9%	352.187,08	3,0%
Armação	846.720,00	6,9%	883.008,00	7,5%
Concreto	483.840,00	3,9%	1.741.824,00	14,8%
Mão de Obra - LAJES	564.480,00	4,6%	564.480,00	4,8%
M.O. - PAR. CONCRETO	-	-	967.680,00	8,2%
M.O. - ALV. VEDAÇÃO	-	-	-	-
M.O. - ALV. ESTRUTURAL	1.209.600,00	9,8%	-	-
Blocos e Argamassa - Alv. Vedação	-	-	-	-
Blocos e Argamassa - Alv. Estrutural	1.412.691,84	11,5%	-	-
Revestim./Acabamentos Internos	2.016.000,00	16,4%	2.016.000,00	17,1%
Revestim./Acabamentos Externos	639.750,00	5,2%	403.200,00	3,4%
Inst. Elétricas	504.000,00	4,1%	481.320,00	4,1%
Inst. Hidráulicas	1.209.600,00	9,8%	1.118.880,00	9,5%
Outras Instalações	60.480,00	0,5%	60.480,00	0,5%
Controle Tecnológico	29.246,92	0,2%	90.183,58	0,8%
MO Indireta / Segurança	612.307,69	5,0%	529.384,62	4,5%
Equipamentos	38.587,68	0,3%	39.171,72	0,3%
Esquadrias	665.280,00	5,4%	665.280,00	5,6%
Coberturas	604.800,00	4,9%	604.800,00	5,1%
Impermeab./Isolamentos	201.600,00	1,6%	201.600,00	1,7%
Pisos e Fôrros	403.200,00	3,3%	403.200,00	3,4%
Vidros	90.720,00	0,7%	90.720,00	0,8%
Outros	100.000,00	0,8%	100.000,00	0,8%
R\$	12.297.626,59	100,0%	R\$ 11.805.302,99	100,0%
	R\$ 610,00 /m2		R\$ 585,58 /m2	
PAREDE DE CONCRETO	DIF. = R\$ 492.323,60			
É MAIS VIÁVEL	DIF. = 4,0%			

Figura 12 – Comparativo entre sistemas construtivos. Fonte: FONSECA JR. (2008)

Ao analisar o resultado obtido no estudo, é possível observar que a tecnologia parede de concreto se destacou no tempo de obra (2,2 meses a menos que alvenaria estrutural) e no custo final do empreendimento. É importante frisar que o índice de produtividade para

alvenaria estrutural utilizado no estudo foi de 14 m² de alvenaria/dia por homem, valor diferente do praticado pelas empresas em obras na cidade Salvador, Bahia (média de oito m² por homem a cada dia). Outro dado que foi adotada pelo responsável pelo estudo que pode ser considerada um tanto quanto conservador foi admitir o tempo ciclo da fôrma de parede de concreto de três dias.

2.5 Análise de viabilidade econômica

Existem diversas formas para determinar a viabilidade econômica de um investimento, cada uma com suas vantagens e desvantagens. Segundo NBR 14653-4 (ABNT, 2002, p.11), “o resultado final das análises de viabilidade econômica pode ser expresso sob a forma de taxas internas de retorno, valor presente líquido, custo anual, períodos de recuperação (pay-back) e índices de lucratividade(...)”.

Quando uma empresa investe em um projeto, deseja que este proporcione um retorno do capital investido, a curto, médio ou longo prazo. Para Casarotto Filho e Kopittke (2008), devem ser considerados os critérios econômicos, financeiros e imponderáveis, que dizem respeito a rentabilidade do investimento, disponibilidade de recursos e fatores não conversíveis em dinheiro, respectivamente.

Para Lima Junior (1993), indicadores refletem a qualidade dos investimentos relacionados com o retorno, e é o que leva o empreendedor a se orientar sobre investir ou não no empreendimento.

Além do retorno financeiro, quando se avalia o investimento em uma nova tecnologia construtiva, devem-se levar em consideração os ganhos intangíveis, que são principalmente a satisfação do cliente e no caso da parede de concreto, a formação de profissionais capacitados e tornar acessíveis moradias de interesse social.

2.5.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa é utilizado para o cálculo de diversos outros indicadores, como o VPL e *Payback*. A NBR 14653-4 (ABNT, 2002 p.4) define como sendo a “série de receitas, custos e despesas de um empreendimento ao longo de um determinado período”.

Para Fernando Maders Strohhecker (2010), a projeção de fluxo de caixa é um instrumento para auxiliar na análise de projetos, pois, planifica e da forma as expectativas do novo negócio a ser implantado.

Algebricamente, o fluxo de caixa é a soma das receitas e despesas totais de cada período analisado. Um fluxo de caixa positivo indica que as receitas superam as despesas.

2.5.2 Taxa mínima de atratividade - TMA

A TMA é definida pela NBR 14653-4 (ABNT, 2002 p.5) como a “Taxa de desconto do fluxo de caixa, compatível com a natureza e características do empreendimento, bem como com a expectativa mínima de emulação do empreendedor, em face da sua carteira de ativos.”

Para Casarotto Filho e Kopittke (2008), ao se avaliar um investimento, deve-se levar em consideração que este mesmo capital poderia ser investido em outro projeto. Logo, o investimento deve ter no mínimo uma taxa de juros equivalente a de uma aplicação corrente e de pouco risco. Caso o risco do investimento seja alto, deve-se compara com a taxa de uma aplicação também de alto risco.

No cálculo, a TMA será utilizada na equação do VPL, que será apresentada no capítulo a seguir.

2.5.3 Valor presente líquido - VPL

O Valor presente líquido é descrito algebricamente como a soma de todos os fluxos de caixa descontados de uma taxa mínima de retorno esperada para o projeto. É um método que considera o valor do dinheiro no tempo, então não se podem somar diretamente os fluxos de caixa sem antes ajustá-las. O melhor entre os projetos estudados será o que apresenta o maior VPL. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2008), este é, portanto, o VPL.

Para Motta e Calôba (2002), o VPL descontado representa o somatório de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente ($t=0$), a uma determinada taxa de juros (i).

Logo, a equação do VPL é dada por:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Onde os “FC_t” representam os fluxos de caixa, o “i” representa a TMA e “t” o tempo.

As vantagens da utilização do VPL para análise de investimento, segundo Heineck, Barros Neto e Abreu (2008) são: É uma medida absoluta de valor; Evidencia uma noção do risco envolvido; Considera o valor do dinheiro no tempo; É consistente com o objetivo das organizações; Considera todos os fluxos de caixa envolvidos. Como desvantagem, o mesmo autor cita a impossibilidade de comparação em termos de taxa.

2.5.4 Tempo de recuperação do capital - *Payback*

De acordo com a NBR 14653-4 (ABNT, 2002), o *Payback* é um indicador de viabilidade que expressa o tempo necessário para que a renda líquida acumulada do empreendimento seja igual ao investimento inicial. Ele pode ser simples ou descontado, este último quando no valor dos fluxos de caixa é aplicada uma taxa de desconto.

Ou seja, é o tempo onde o valor do fluxo de caixa acumulado iguala o investimento inicial. O cálculo do *Payback* é um método de simples calculo, mas, sua utilização isolada não

é conclusiva e serve apenas para comparar alternativa de investimento a uma mesma taxa de desconto, de acordo com a NBR 14653-4 (ABNT, 2002).

“O *Payback*, ou *payout*, é utilizado como referência para julgar a atratividade relativa das opções de investimento. Deve se interpretado com reservas, apenas como um indicador, não servindo para seleção entre as alternativas de investimento” (MOTTA e CALÔBA, 2002, p. 96).

3 METODOLOGIA

Para análise da viabilidade econômica, será estudado um empreendimento com dados reais de mercado para a cidade de Salvador-Bahia. O projeto em estudo se trata de um condomínio composto por dez prédios, de térreo mais quatro pavimentos, quatro apartamentos por andar, totalizando 200 unidades habitacionais. Está inserido no Programa de Arrendamento Residencial – PAR, subprograma do MCMV 2.

A escolha do tipo de empreendimento foi baseada na demanda potencial existente de unidades habitacionais que atendem ao público de renda de até três salários mínimos. O projeto cumpre todos os requisitos mínimos estipulados pela CEF para o programa MCMV 2 (Anexo II)

A metodologia de análise adotada para avaliar a viabilidade do sistema construtivo parede de concreto será feita em cinco etapas, descritas no Quadro 2.

QUADRO 2 – Metodologia para estudo de viabilidade

Etapas	Objetivo	Como será feito
Etapas construtivas	Ajudar a entender os custos envolvidos e a dinâmica do sistema construtivo.	Análise das etapas mais importantes, ilustradas com fotos.
Cronograma das etapas e planejamento da obra	Fundamental para o cálculo de prazo e custo da obra.	Tabelas com o tempo de serviço de Fundação, superestrutura e acabamento.
Análise entre compra e aluguel de forma	Decidir entre comprar ou alugar a fôrma para o empreendimento.	Definir o ponto de equilíbrio, que mostra a partir de quantas utilizações é viável comprar a fôrma.
Cálculo da viabilidade econômica	Avaliar se o sistema parede de concreto é uma boa opção de investimento.	Através do cálculo do Fluxo de caixa, VPL e <i>Payback</i> simples.
Análise dos resultados obtidos	Fazer uma análise crítica de todos os estudos que foram feitos para o sistema.	Comentando e comparando os valores obtidos.

As considerações, ponderações e simplificações existentes neste estudo, serão feitas antes de cada etapa da análise. O método para avaliação da viabilidade econômica será através do cálculo do VPL, descrito no referencial teórico deste trabalho.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso que será apresentado refere-se à tecnologia construtiva parede de concreto moldada *in loco*, utilizando forma de alumínio por ser um sistema competitivo e rápido. Antes de analisar a viabilidade econômica do empreendimento, serão apresentadas as etapas construtivas, o cronograma da estrutura e fundação, bem como o planejamento para condomínio e definir quando é melhor comprar ou alugar a fôrma. Estes estudos ajudarão na tomada de decisão e fornecerão dados para aplicar no cálculo dos parâmetros.

4.1 Etapas construtivas

Para que o canteiro funcione como uma fábrica é necessário que as tarefas sejam bem definidas e sigam um procedimento padrão. Serão apresentadas a seguir as peculiaridades do sistema construtivo no que diz respeito a sua estrutura, para formas de alumínio.

4.1.1 Fundação

De acordo com Fonseca Jr. (2008, p.77), “Não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. Podem ser empregados os sistemas de fundações em sapata corrida, laje de apoio (radier) e blocos de travamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto.”

Além das condições básicas para qualquer elemento que exerça função estrutural (deve ser segura, estável e durável), a fundação que apóia as paredes de concreto precisa ter um controle mais rigoroso no que se refere ao nivelamento e alinhamento. Isso porque quando o piso está desnivelado, a fôrma não encosta no chão, causando vazamento de concreto pelo espaço entre a forma e a fundação, além de provocar descontinuidade do alinhamento superior das paredes.

Para o caso em estudo, a fundação adotada será radier protendido com espessura de 18 centímetros e concreto com resistência característica de 30 MPa aos 28 dias. Antes de concretar, é necessário que o terreno esteja regularizado e coberto por lona plástica, para evitar a perda excessiva de água do concreto. As instalações que estarão embutidas na fundação também devem estar prontas, e a armação conferida.

4.1.2 Superestrutura

O primeiro passo após a conclusão da fundação é a marcação das paredes, que garantem o posicionamento das mesmas conforme projeto. Então, é feita a fixação dos alinhadores de fôrma e dos arranques de aço, que garantem a espessura da parede e facilitam a fixação das telas soldadas, respectivamente. A foto a seguir (FIGURA 13), mostra a fundação pronta para receber a equipe de armação.



Figura 13 – Fundação com arranques e alinhadores. Fonte: Autoria própria

Então, a equipe de armação pode e iniciar a fixação das telas soldadas e reforços de acordo com projeto estrutural. As telas são fixadas em arranques de aço previamente fixados na laje, que servem para garantir o posicionamento das mesmas. Perpendicular a armação das paredes, são colocados os espaçadores plásticos. A foto a seguir mostra a equipe de armação fixando as telas soldadas nas esperas (FIGURA 14).



Figura 14 – Armação das paredes. Fonte: autoria própria

Com a armação pronta, a equipe responsável pela instalação elétrica pode fixar as caixas de passagem, quadros elétricos e conduítes (FIGURA 15). É importante que o material que será utilizado já esteja todo separado e conferido. Nesta etapa são colocados também passagens de hidráulica e gás, caso existam entre as paredes.

Depois de conferidas as armaduras e instalações, é dado início à montagem dos painéis da fôrma de alumínio em um lado da torre. Antes da montagem, deve ser aplicado nos painéis o desmoldante, o que pode ser feito com rolo de lã ou aspersores. Junto com a montagem da forma, são montados os equipamentos de EPC citados anteriormente. A foto a seguir mostra painéis de parede montados e travados com pino e cunha (FIGURA 16).

Forma pronta e guarda-corpo montado é colocado o escoramento das lajes conforme projeto (FIGURA 17) e as equipes de montagem podem subir. As telas soldadas possuem um

trespasse acima da laje conforme projeto de armação, onde cada quadrado da tela é cortado ao meio e metade da área de aço será concretada junto à parede do pavimento superior e a outra metade dobrada a 90° e concretada junto com a laje. A preparação da laje para concretagem é semelhante a das paredes, primeiro aplicação do desmoldante, armação e espaçadores, instalações elétricas e passagens de hidráulica e gás (FIGURA 18).



Figura 15 – Instalação elétrica. Fonte: autoria própria



Figura 16 – Painéis da fôrma montados. Fonte: autoria própria



Figura 17 – Fôrma escorada. Fonte: autoria própria



Figura 18 – Laje antes da concretagem. Fonte: autoria própria

Chega a hora de concretar às fôrmas, e os cuidados com adensamento e lançamento do concreto são importantes para a qualidade e durabilidade do empreendimento. As paredes são concretadas primeiro, e deve ser feita em camadas para evitar carga excessiva nas formas inferiores. Após a concretagem da laje, é feito o acabamento superficial do concreto. Na foto a seguir, a concretagem é feita com auxílio de dois vibradores tipo agulha e a bomba de concreto (FIGURA 19)



Figura 19 – Concretagem. Fonte: autoria própria

O ciclo da forma termina quando o concreto adquire a resistência necessária e ocorre a desforma. As equipes de marcação entram no pavimento e o ciclo se repete.

4.2 Cronograma e planejamento

O planejamento e levantamento de custos foram feitos com base dos índices praticados por uma empresa que tem como foco a construção de empreendimentos para o setor de habitação popular. O resumo destes índices pode ser encontrado no Apêndice A. Será dado foco no planejamento dos itens diretamente ligados ao sistema construtivo. Para parte de infra-estrutura do condomínio, que não muda com o método construtivo adotado, será apresentado apenas o valor de custo do empreendimento tomado como referência e valor pago na medição da CEF.

Os serviços que não sejam de fôrma, estrutura e infra-estrutura, serão considerados como acabamento, incluindo instalações e cerâmica. O telhado está inserido no custo de infra-estrutura.

Inicialmente, foi definido o cronograma para execução do radier protendido, com os serviços e dias de execução, presentes no quadro a seguir (QUADRO 3):

QUADRO 3 – Cronograma de fundação

Regularização do terreno	Alvenaria	Instalações	Fixação lona plástica	Montagem forma	Armação	Concretagem
1 dia	1 dia	1 dia		1 dia		

O cronograma ideal para o ciclo da fôrma, utilizando a maior produtividade que o sistema pode oferecer, é o que produz dois apartamentos por dia, ou seja, um ciclo da fôrma todos os dias (QUADRO 4).

Para o planejamento do empreendimento, foi adotado um valor de 15 dias para o ciclo da fôrma, prevendo possíveis atrasos. A conclusão de serviços de acabamento foi adotada de dois meses após a conclusão da estrutura. Este é um valor razoável, pois foi estimado com base no tempo médio de outros empreendimentos já concluídos. O tempo total de obra estipulado foi de 12 meses, sendo que 10 meses para os serviços de fundação, estrutura e acabamento. O planejamento dos serviços de fundação, estrutura e acabamento das dez torres, pode ser visto no Apêndice B.

QUADRO 4 – Cronograma do ciclo da fôrma. Fonte: Própria

Pavimento	Lado concretado	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	7º dia	8º dia	9º dia	10º dia	11º dia
Térreo	LADO C/ ESCADA	■										
	LADO S/ ESCADA		■									
1º PAV.	LADO C/ ESCADA			■	■							
	LADO S/ ESCADA				■	■						
2º PAV.	LADO C/ ESCADA					■	■					
	LADO S/ ESCADA						■	■				
3º PAV.	LADO C/ ESCADA							■	■			
	LADO S/ ESCADA								■	■		
4º PAV.	LADO C/ ESCADA									■	■	
	LADO S/ ESCADA										■	■
Platibanda	n/a											■

■ Montagem da forma e concretagem
 ■ Desforma

O tempo de construção de 10 meses pode ser considerado curto se comparado aos demais métodos construtivos, o que mostra uma das maiores vantagens de se utilizar parede de concreto. Os dados deste planejamento serão utilizados posteriormente para o cálculo dos custos e análise da viabilidade econômica do empreendimento.

4.3 Compra ou aluguel da fôrma

A decisão entre a compra ou aluguel da fôrma de alumínio para execução de parede de concreto moldado “in loco” é importante no estudo de viabilidade econômica. Esta escolha é influenciada por diversos fatores tais como:

Se a empresa pretende ou não utilizar a fôrma em outras obras. Caso a fôrma possa ser usada para construção de outros empreendimentos com projeto arquitetônico igual ou parecido, o cálculo de viabilidade da compra deve ser estendido para as utilizações da próxima obra. Caso contrário, é necessário aplicar um valor de depreciação maior, pois o comprador não terá o projeto exatamente igual ao que a fôrma foi concebida, então o custo para adaptação faz com que o preço de venda seja reduzido.

Se a empresa possui crédito para adquirir a fôrma. A fôrma tem um valor relativamente alto, o que pode influenciar na decisão da compra. Se for necessário financiar o valor da fôrma, os juros cobrados por mês devem entrar no cálculo da viabilidade da compra.

Quantidade de utilizações da fôrma. Este é o principal fator de análise para compra ou aluguel da fôrma. Existe um ponto onde o aluguel passa a ser menos vantajoso do que a compra, onde o custo por ciclo da fôrma comprada fica menor do que o valor do aluguel da fôrma.

A simulação que será feita com base em dados fornecidos por um fabricante de fôrma de alumínio (QUADRO 5). Os valores de depreciação foram adotados, e são os presentes no Quadro 6. Não foi aplicada taxa de juros para o caso da forma comprada.

QUADRO 5 – Valores de mercado para forma de alumínio.

Custo da fôrma	R\$ 650.000,00
Aluguel da fôrma por utilização	R\$ 994,18
Número máximo de utilizações	1500

QUADRO 6 – Taxas de depreciação adotadas.

Utilizações	Depreciação por utilização	Justificativa
Zero	15%	Admitindo que se fosse vendida sem ser utilizada, a fôrma precisaria de alguns ajustes para atender ao comprador
1-100	0,15%	Admitindo que nos primeiros ciclos a equipe de montagem degrada mais a fôrma, pela falta de experiência com o sistema.
101-1500	0,05%	Admitindo que ao final da vida útil da fôrma, não possua valor comercial algum.

Foram organizados em duas planilhas distintas os dados para compra e locação da forma. Na planilha de locação, os dados foram lançados em duas colunas, a primeira com a quantidade de utilizações, de 1 a 1500, e a segunda com o custo acumulado pago, que foi obtido através da multiplicação do número de utilizações pelo valor de aluguel por utilização. A planilha para fôrma comprada possui quatro colunas, sendo a primeira com o número de utilizações de 1 a 1500, a segunda com o valor da depreciação em porcentagem, a terceira com o valor residual da fôrma e a quarta a diferença entre o valor residual e o custo inicial.

Para traçar o gráfico e descobrir o ponto onde é mais vantajoso comprar a fôrma, foi utilizada uma planilha com três colunas, a primeira contendo os valores do custo acumulado da fôrma alugada, na segunda, os valores do resultado da diferença entre o valor residual (valor de venda da fôrma no momento) e o custo inicial da fôrma comprada e na terceira coluna, os valores da segunda coluna subtraídos pelos valores da primeira. O gráfico foi traçado com os valores da primeira e da segunda coluna. A terceira coluna serviu de auxílio para descobrir o local onde as duas linhas do gráfico se cruzam, que é onde o valor da

subtração deixa de ser negativo. A seguir temos um exemplo da planilha de dados (TABELA 3), e o gráfico Custo x Utilizações (FIGURA 20)

TABELA 3 – Custo acumulado para fôrma comprada e alugada.

Numero de utilizações	Valor de depreciação acumulada para fôrma comprada	Custo acumulado do aluguel da fôrma	Diferença
0	R\$ 97.500,00	R\$ 0,00	R\$ 97.500,00
1	R\$ 98.475,00	R\$ 994,18	R\$ 97.480,82
243	R\$ 241.150,00	R\$ 240.591,22	R\$ 558,78
244	R\$ 241.475,00	R\$ 241.585,40	R\$ 110,40
1500	R\$ 650.000,00	R\$ 1.491.267,90	R\$ 841.267,90

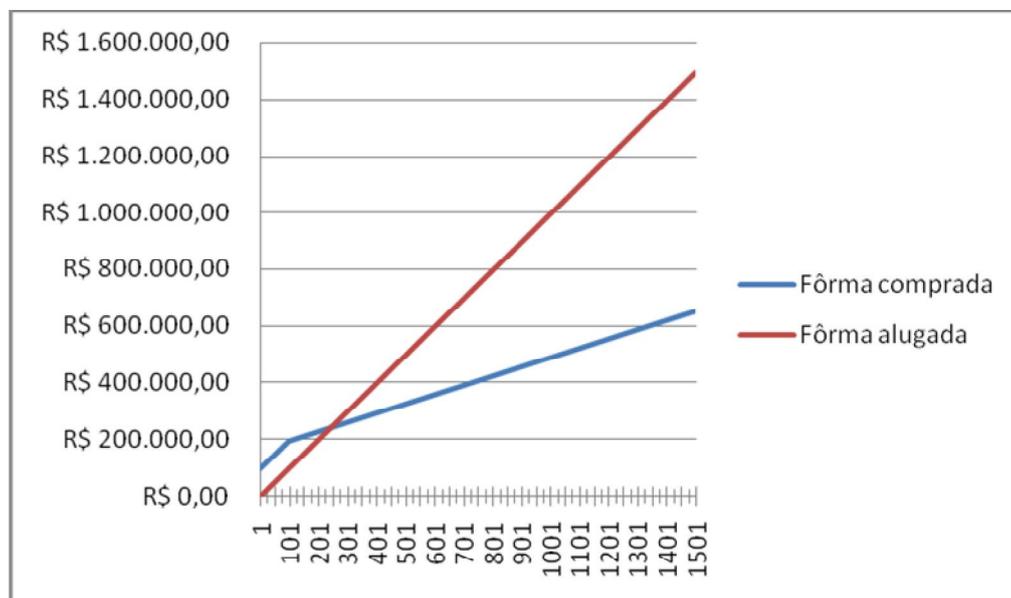


Figura 20 – Custo x Utilizações para fôrma alugada e comprada. Fonte: Autoria própria

Analisando o gráfico, e encontrado o ponto onde a diferença entre o custo da fôrma alugada e custo da comprada deixa de ser negativa (TABELA 3), concluímos que para os

dados adotados, a partir da 244ª utilização, é mais vantagem comprar a alugar a fôrma de alumínio.

4.4 Estudo de viabilidade econômica

Os parâmetros utilizados para o cálculo da viabilidade econômica foram o VPL, *Payback* simples e fluxo de caixa. Os dados do empreendimento já foram apresentados anteriormente, bem como o planejamento executivo dos serviços de fundação, estrutura e acabamento. Os valores pagos por cada unidade pela CEF, estão presente no ANEXO III. Para calcular o Fluxo de caixa e demais parâmetros, algumas considerações foram necessárias, e são listadas a seguir:

- O empreendimento está localizado no estado da Bahia, na cidade Salvador.
- O valor do terreno foi estimado com base nos preços praticados no mercado para bairros populares.
- Como o número de repetições da fôrma que será utilizada (100 repetições) é inferior ao calculado anteriormente como ponto que valeria a pena a compra da fôrma (244 repetições), o estudo será feito para fôrma alugada.
- O sistema de pagamento da CEF se dá através de medições mensais, baseadas no avanço físico da obra.
- Do valor total das medições mensais, é retido um valor de 5%, que só é pago após o Habite-se do condomínio.
- A fim de facilitar o cálculo do valor das medições, o preço pago pela CEF para cada serviço foi dividido com base no custo dos mesmos. No quadro a seguir (Quadro 7), temos o resumo dos custos diretos e valores adotados para as medições da CEF.

QUADRO 7 – Custos diretos e valor pago pela CEF. Fonte: própria

Item	Custo	Medição
Total por prédio	R\$ 6.231.206,05	R\$ 9.167.664,04
Fundação por prédio	R\$ 49.801,99	R\$ 73.271,19
Estrutura por prédio	R\$ 211.000,47	R\$ 310.434,51
Acabamento por prédio	R\$ 362.318,16	R\$ 533.060,71

- O custo de infra-estrutura foi estimado baseado no custo de uma obra já concluída, que atende ao programa MCMV, e não fará parte do cálculo de viabilidade. Foi adotado como se todos os serviços de infra-estrutura tivessem sido executados por subempreiteiros, e todo o valor medido pela CEF foi pago aos mesmos.
- O custo do telhado faz parte de infra-estrutura, exceto a estrutura da platibanda, que entra como custo da estrutura.
- Não foi considerado o custo de estoque de material no início da obra. Desta forma, o valor do material entrou como despesa mensal proporcional aos serviços executados.
- O custo do indireto foi adotado como 17% do custo total dos prédios, e dividido igualmente pelos 10 meses de obra. Este valor é razoável para uma pequena construtora.
- A TMA adotada foi de 1% ao mês, pois é um investimento de baixo risco e boa liquidez.
- Os índices utilizados são os presentes no Apêndice A

A seguir, um quadro com o resumo dos dados apresentados (QUADRO 8):

QUADRO 8 – Resumo de dados para cálculo de viabilidade.

Unidades Habitacionais	200
Pavimentos por prédio	Térreo + 4
Unidades Habitacionais por prédio	20
Total de torres	10
Área privativa por unidade	42,01 m ²
Prazo obra	12 meses
Valor por UH	R\$ 56.000,00
Valor por prédio	R\$ 1.120.000,00
Total empreendimento	R\$ 11.200.000,00
Valor estimado para o terreno	R\$ 400.000,00
Custo por prédio	R\$ 623.120,61
Indireto/mês para prédios	R\$ 100.293,04

Feitas todas as considerações e tendo posse de todos os dados necessários, o primeiro passo foi montar uma planilha com os valores das despesas e receitas mês a mês, que será apresentada no Apêndice C e D, respectivamente.

Estes dados foram inseridos em outra planilha (FIGURA 23), que permitiu o calcular os valores de fluxo de caixa por período, fluxo de caixa acumulado e valor presente líquido para cada mês. Ao final, o somatório do VPL foi um valor positivo, o que mostra que o investimento é viável. O *Payback* encontrado foi de sete meses. A análise completa dos resultados será feita no capítulo a seguir.

Mês	1		2		3		4	
RECEITA/DESPESA POR MÊS	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA
		R\$ 0,00	R\$ 510.501,45	R\$ 573.343,29	R\$ 807.283,78	R\$ 988.152,35	R\$ 934.128,66	R\$ 1.165.441,89
FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO	R\$ 510.501,45		R\$ 233.940,49		R\$ 54.023,69		R\$ 330.917,20	
FLUXO DE CAIXA ACUMULADO	R\$ 510.501,45		R\$ 744.441,94		R\$ 690.418,24		R\$ 359.501,04	
VPL	R\$ 510.501,45		R\$ 231.624,25		R\$ 52.959,21		R\$ 321.184,98	

Mês	5		6		7		8	
RECEITA/DESPESA POR MÊS	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA
		R\$ 1.026.226,64	R\$ 879.814,46	R\$ 1.089.527,59	R\$ 879.814,46	R\$ 1.089.527,59	R\$ 834.524,69	R\$ 1.026.226,64
FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO	R\$ 146.412,18		R\$ 209.713,14		R\$ 255.002,91		R\$ 216.745,66	
FLUXO DE CAIXA ACUMULADO	R\$ 213.088,87		R\$ 3.375,73		R\$ 251.627,18		R\$ 468.372,84	
VPL	R\$ 140.699,22		R\$ 199.534,85		R\$ 240.224,27		R\$ 202.162,59	

Mês	9		10		11	
RECEITA/DESPESA POR MÊS	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA	RECEITA	DESPESA
		R\$ 991.223,33	R\$ 507.900,97	R\$ 569.708,63	R\$ 281.452,12	R\$ 714.918,67
FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO	R\$ 483.322,37		R\$ 288.256,51		R\$ 714.918,67	
FLUXO DE CAIXA ACUMULADO	R\$ 951.695,21		R\$ 1.239.951,72		R\$ 1.954.870,39	
VPL	R\$ 446.340,10		R\$ 263.564,41		R\$ 647.206,54	

SOMATORIO VPL	R\$ 1.771.750,49
PAYBACK	7 meses
TMA / mês	1%

FIGURA 21 – Planilha com cálculo de parâmetros para análise de viabilidade econômica.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o cálculo dos parâmetros utilizados na avaliação da viabilidade do empreendimento, foram feitas diversas ponderações e considerações que influenciaram de forma direta nos resultados obtidos.

As etapas construtivas apresentadas foram feitas com base no que é praticado em campo por duas empresas que utilizam o método construtivo, possuindo pequenas variações de uma empresa para outra.

O cronograma apresentado para o ciclo da fôrma é realmente o melhor possível, considerando os tipos de concreto presente no mercado que possibilitam o uso da tecnologia de parede de concreto. Logo, o tempo de ciclo de um dia que foi apresentado, é um valor que representa bem a capacidade produtiva do sistema.

O cronograma de fundação foi feito com base no tempo médio observado durante a construção de um condomínio com 120 torres. Este tempo pode variar com a produtividade da mão-de-obra e com imprevistos comuns de obra.

O planejamento da obra teve como base a análise do tempo gasto em uma construção já concluída com características semelhantes a que foi estudada. De maneira geral, reflete bem o que acontece na prática, desconsiderando imprevistos que possam causar grandes atrasos.

No estudo para decisão entre compra ou aluguel da fôrma de alumínio, os preços foram os obtidos através de orçamento com uma empresa especializada em fôrmas, e por isso refletem bem a realidade de mercado. Os valores de depreciação para o caso da fôrma comprada foram adotados pelo autor, logo, o ponto encontrado (244 utilizações) pode apresentar variabilidade.

Os dados utilizados para a análise de viabilidade econômica foram de maneira geral, fiéis e aplicáveis na prática, pois usou como base os índices são praticados por uma construtora que já construiu diversos empreendimentos semelhantes ao estudado. A TMA adotada pelo autor reflete bem a natureza do investimento, que pode ser considerado de baixo risco, pois não é dependente do mercado imobiliário, já que o cliente é a CEF, que paga mês a mês tudo que foi produzido, através de medições.

As medições e despesas foram feitas com base no planejamento apresentado, e permitiram o cálculo do fluxo de caixa, VPL e *Payback*. O valor encontrado para o VPL foi de 1.771.750,49 reais, e fez com que o empreendimento estudado se mostrasse como uma excelente opção de investimento para as empresas. Como não foi considerado o custo do

estoque de materiais no início da obra, necessário para garantir fluidez, os valores de *Payback* e VPL podem apresentar uma variação em relação à realidade.

Apesar das ponderações e simplificações presentes no estudo, a aplicabilidade do sistema parede de concreto para construção de unidades de interesse social, se mostra uma excelente alternativa de investimento para as construtoras.

6 CONCLUSÃO

O cenário atual permitiu que o sistema construtivo parede de concreto moldado *in loco*, utilizando fôrma de alumínio voltasse a ser utilizado. É uma tecnologia que permite a industrialização dos processos e que se destaca pela velocidade de execução. Em comparação a alvenaria estrutural, apresentou um menor custo e prazo, fatores determinantes na decisão de qual sistema construtivo utilizar.

A decisão entre comprar ou alugar a fôrma depende de diversos fatores, como: se será utilizada em outras obras da mesma empresa e se a empresa possui crédito para comprar, mas, de maneira geral, quanto maior o número de utilizações, maior a vantagem em adquiri-la. Aplicando as depreciações adotadas pelo autor, o valor de repetições encontrado para que seja viável a compra foi de 244.

O empreendimento em estudo apresentou resultados bons, pois foi encontrado um VPL positivo, o que significa que deu um retorno acima do esperado. Esse fato é fundamental para que as empresas do ramo de construção civil se interessem em investir em inovação e coloca o sistema como uma alternativa para atender ao grande déficit habitacional que atinge a população mais carente da população.

Apesar de apresentar algumas particularidades sobre o sistema construtivo e fazer uma análise sobre a viabilidade e aplicabilidade no mercado Brasileiro, existem vários outros estudos que precisam ser feitos, não só para parede de concreto, mas para diversos outros métodos. Trazer novas alternativas que substituam a forma artesanal que predomina nas construções brasileiras, fará com que se tenham grandes avanços no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-4. Dezembro de 2002. Avaliação de bens: Empreendimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- BAPTISTA. S.M.. *Racionalização e Industrialização da Construção Civil*. Universidade Federal de São Carlos 2005.
- BOLAFFI, Gabriel. Habitação e Urbanismo: O Problema e o Falso Problema *In* BAPTISTA. S.M.. *Racionalização e Industrialização da Construção Civil*. Universidade Federal de São Carlos 2005.
- Bolaffi (1982)
- BOTEGA, L. R. A política habitacional no Brasil (1930-1990). *Revela*, Santa Maria, ano I, n.02, p. 1-14, Março, 2008.
- BRASIL. Caixa Econômica Federal. Demanda habitacional no Brasil. Brasília: Caixa, 2011, 170p.
- BRASIL. Caixa Econômica Federal. Programa de Arrendamento Residencial. Disponível em: < http://www.caixa.gov.br/pj/pj_social/mg/habitacao_social/par/saiba_mais.asp > Acesso em: 13/12/2012
- CASAROTTO FILHO, Nelson C.; KOPITTKKE, Bruno H. *Análise de Investimentos*. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- FONSECA JR. (coord.). COLETÂNEA DE ATIVOS 2007/2008: paredes de concreto. Brasil: Comunidade da Construção, 2008, 216p.
- FONSECA JR. (coord.). COLETÂNEA DE ATIVOS 2008/2009: paredes de concreto. Brasil: Comunidade da Construção, 2009, 162p.
- FRANCO, L.S. Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisa *In Curso de Formação em Multirão*. São Paulo: EPUSP, 1996.
- GEHBAUER, F. Racionalização na construção civil. Recife: *Projeto Competir* (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.
- LIMA, Maurício. Norma de parede de concreto moldada *in loco* é aprovada. *Pini* [online], Brasil, 8/03/2012. Disponível em <http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/norma-de-parede-de-concreto-moldada-in-loco-e-aprovada-25270_7-1.asp> Acesso em: 13/12/2012.
- LIMA JUNIOR, João da Rocha. *Análise de Investimentos: Princípios e Técnicas para Empreendimentos do Setor da Construção Civil*. 1993, 74 p. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1993.
- MISURELLI, H; MASSUDA, C. Como Construir: paredes de concreto. *Revista Técnica*, São Paulo, n.147, p.74-80, jun. 2009.

MOTTA, Regis R; CALÔBA, Guilherme M. *Análise de Investimentos*. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, A. Brasil busca modelo próprio para industrializar obras. *Cimento Itambe, Massa Cinzenta*, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/brasil-busca-modelo-proprio-para-industrializar-obras/>>. Acesso em: 10/12/2012.

STROHHECKER, Fernando Maders. Análise de viabilidade econômica de um empreendimento imobiliário. 2010. Trabalho de Conclusão (Graduação Engenharia Civil) - Departamento de tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2010.

VASCONCELOS, J. R; CANDIDO JUNIOR, J. O, O Problema Habitacional no Brasil: Déficit, Financiamento e Perspectivas. In: *Texto para discussão*, 410, 1996, Brasília: Ipea , 1996. p.1-42. Disponível em:<http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_410.pdf> Acesso em: 10/12/2012.

VERAS, L. L. *Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

APÊNDICE A – ÍNDICES PAREDE DE CONCRETO

Descrição	Umed.	Custo Unitário	Quantidade	Valor
FUNDAÇÃO		Custo Parcial		R\$ 49.801,99
Fundação - Gabarito/Locação	pred	R\$ 165,27	1	R\$ 165,27
Fundação - Instalações Hidrosanitárias - Radier	pred	R\$ 2.173,59	1	R\$ 2.173,59
Fundação - Regularização do terreno	m2	R\$ 2,72	413,89	R\$ 1.126,07
Fundação - Montagem da forma do piso	m	R\$ 24,06	70,4	R\$ 1.693,97
Fundação - Execução Concreto magro	m3	R\$ 241,53	20,6945	R\$ 4.998,40
Fundação - Execução armação	kg	R\$ 18,05	1300	R\$ 23.465,46
Fundação - Instalações Elétricas - Radier	pred	R\$ 1.375,15	1	R\$ 1.375,15
Fundação - Concretagem/Nivelamento a laser/Regularização com float	m3	R\$ 328,98	45	R\$ 14.804,09
ESTRUTURA		Custo Parcial	0	R\$ 211.000,47
Estrutura - Marcação	pred	R\$ 3.279,86	1	R\$ 3.279,86
Estrutura - Montagem de forma(bandejamento e escada)	m2	R\$ 11,41	4458,18	R\$ 50.888,09
Estrutura - Desforma/Cura Química	pred	R\$ 306,68	1	R\$ 306,68
Estrutura - Armação	kg	R\$ 5,65	8382,73	R\$ 47.384,53
Estrutura - Lançamento de Concreto	m3	R\$ 352,99	266,59	R\$ 94.103,12
Estrutura - Instalação de Tubulações:Elét-Hidr-Telef-Antena-Interfone	pred	R\$ 15.038,19	1	R\$ 15.038,19
ACABAMENTO		pred	R\$ 362.318,16	

APÊNDICE B – PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO EM ESTUDO

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Torre 1	Blue															
Torre 2		Blue														
Torre 3			Blue													
Torre 4				Blue												
Torre 5					Blue											
Torre 6						Blue										
Torre 7							Blue									
Torre 8								Blue								
Torre 9									Blue							
Torre 10										Blue						

Semanas	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Torre 1																
Torre 2																
Torre 3	Red															
Torre 4	Red															
Torre 5	Red															
Torre 6	Red															
Torre 7				Red												
Torre 8								Red								
Torre 9										Red						
Torre 10													Red	Red	Red	Red

Semanas	33	34	35	36	37	38	39
Torre 1							
Torre 2							
Torre 3							
Torre 4							
Torre 5							
Torre 6							
Torre 7							
Torre 8	Red						
Torre 9	Red						
Torre 10	Red						

FUNDAÇÃO
 ESTRUTURA
 ACABAMENTO

APÊNDICE C – MEDIÇÕES DA CEF

MEDIÇÃO 1			MEDIÇÃO 2			MEDIÇÃO 3			MEDIÇÃO 4		
FUNDAÇÃO	4	R\$ 293.084,75	FUNDAÇÃO	4	R\$ 293.084,75	FUNDAÇÃO	2	R\$ 146.542,38	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00
ESTRUTURA	1	R\$ 310.434,51	ESTRUTURA	1,33	R\$ 413.912,68	ESTRUTURA	1,33	R\$ 413.912,68	ESTRUTURA	1,33	R\$ 413.912,68
ACABAMENTO	0	R\$ 0,00	ACABAMENTO	0,63	R\$ 333.162,94	ACABAMENTO	1,25	R\$ 666.325,89	ACABAMENTO	1,25	R\$ 666.325,89
TOTAL		R\$ 603.519,26	TOTAL		R\$ 1.040.160,37	TOTAL		R\$ 1.226.780,94	TOTAL		R\$ 1.080.238,56
RETENÇÃO		R\$ 30.175,96	RETENÇÃO		R\$ 52.008,02	RETENÇÃO		R\$ 61.339,05	RETENÇÃO		R\$ 54.011,93
MEDIÇÃO		R\$ 573.343,29	MEDIÇÃO		R\$ 988.152,35	MEDIÇÃO		R\$ 1.165.441,89	MEDIÇÃO		R\$ 1.026.226,64

MEDIÇÃO 5			MEDIÇÃO 6			MEDIÇÃO 7			MEDIÇÃO 8		
FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00
ESTRUTURA	1	R\$ 413.912,68	ESTRUTURA	1,33	R\$ 413.912,68	ESTRUTURA	1,33	R\$ 413.912,68	ESTRUTURA	1	R\$ 310.434,51
ACABAMENTO	1	R\$ 732.958,48	ACABAMENTO	1,38	R\$ 732.958,48	ACABAMENTO	1,25	R\$ 666.325,89	ACABAMENTO	1,38	R\$ 732.958,48
TOTAL		R\$ 1.146.871,15	TOTAL		R\$ 1.146.871,15	TOTAL		R\$ 1.080.238,56	TOTAL		R\$ 1.043.392,98
RETENÇÃO		R\$ 57.343,56	RETENÇÃO		R\$ 57.343,56	RETENÇÃO		R\$ 54.011,93	RETENÇÃO		R\$ 52.169,65
MEDIÇÃO		R\$ 1.089.527,59	MEDIÇÃO		R\$ 1.089.527,59	MEDIÇÃO		R\$ 1.026.226,64	MEDIÇÃO		R\$ 991.223,33

MEDIÇÃO 9			MEDIÇÃO 10			MEDIÇÃO 11	
FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00	RETENÇÃO PÓS HABITE-SE	R\$ 461.714,83
ESTRUTURA	0	R\$ 0,00	ESTRUTURA	0	R\$ 0,00		
ACABAMENTO	1	R\$ 599.693,30	ACABAMENTO	0,5	R\$ 266.530,36		
TOTAL		R\$ 599.693,30	TOTAL		R\$ 266.530,36		
RETENÇÃO		R\$ 29.984,66	RETENÇÃO		R\$ 13.326,52		
MEDIÇÃO		R\$ 569.708,63	MEDIÇÃO		R\$ 253.203,84		

APÊNDICE D – DESPESAS PREVISTAS

DESPESAS MÊS 1			DESPESAS MÊS 2			DESPESAS MÊS 3			DESPESAS MÊS 4		
FUNDAÇÃO	4	R\$ 199.207,94	FUNDAÇÃO	4	R\$ 199.207,94	FUNDAÇÃO	2	R\$ 99.603,97	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00
ESTRUTURA	1	R\$ 211.000,47	ESTRUTURA	1,33	R\$ 281.333,95	ESTRUTURA	1,33	R\$ 281.333,95	ESTRUTURA	1,33	R\$ 281.333,95
ACABAMENTO	0	R\$ 0,00	ACABAMENTO	0,63	R\$ 226.448,85	ACABAMENTO	1,25	R\$ 452.897,69	ACABAMENTO	1,25	R\$ 452.897,69
TOTAL DIRETO	R\$ 410.208,41		TOTAL DIRETO	R\$ 706.990,74		TOTAL DIRETO	R\$ 833.835,62		TOTAL DIRETO	R\$ 734.231,65	
INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04	
TOTAL	R\$ 510.501,45		TOTAL	R\$ 807.283,78		TOTAL	R\$ 934.128,66		TOTAL	R\$ 834.524,69	

DESPESAS MÊS 5			DESPESAS MÊS 6			DESPESAS MÊS 7			DESPESAS MÊS 8		
FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00									
ESTRUTURA	1	R\$ 281.333,95	ESTRUTURA	1,33	R\$ 281.333,95	ESTRUTURA	1,33	R\$ 281.333,95	ESTRUTURA	1	R\$ 211.000,47
ACABAMENTO	1	R\$ 498.187,46	ACABAMENTO	1,38	R\$ 498.187,46	ACABAMENTO	1,25	R\$ 452.897,69	ACABAMENTO	1,38	R\$ 498.187,46
TOTAL DIRETO	R\$ 779.521,42		TOTAL DIRETO	R\$ 779.521,42		TOTAL DIRETO	R\$ 734.231,65		TOTAL DIRETO	R\$ 709.187,93	
INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04	
TOTAL	R\$ 879.814,46		TOTAL	R\$ 879.814,46		TOTAL	R\$ 834.524,69		TOTAL	R\$ 809.480,97	

DESPESAS MÊS 9			DESPESAS MÊS 10		
FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00	FUNDAÇÃO	0	R\$ 0,00
ESTRUTURA	0	R\$ 0,00	ESTRUTURA	0	R\$ 0,00
ACABAMENTO	1	R\$ 407.607,92	ACABAMENTO	0,5	R\$ 181.159,08
TOTAL DIRETO	R\$ 407.607,92		TOTAL DIRETO	R\$ 181.159,08	
INDIRETO	R\$ 100.293,04		INDIRETO	R\$ 100.293,04	
TOTAL	R\$ 507.900,97		TOTAL	R\$ 281.452,12	

ANEXO I – DADOS PARA ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL. FONTE: FONSECA JR. (2008)

CIDADE / ESTADO :	São José do Rio Preto/SP	
CONSTRUTORA :	J. J. Leão	
OBRA :	Cond. Vila Concreto	
Data do Estudo :	20 / 05 / 2008	
Responsável pelo Estudo :	Eng. Carlos Chaves	
TIPOLOGIA DO EMPREENDIMENTO :	TÉRREO + 3	
O Pav. Térreo terá unidades ?	SIM	<--- escolha a opção
Nº UNIDADES HABITACIONAIS (TOTAL) :	320	Unidades
Nº UNIDADES/PAVIMENTO :	4	Unidades por pavimento
Nº DE MÓDULOS :	20	Módulos < TÉRREO + 3 >
ÁREA CONSTRUÍDA (TOTAL):	20.160	m ²
ÁREA CONSTRUÍDA (POR UNIDADE):	63	m ²
ÁREA CONSTRUÍDA (POR MÓDULO):	1.008	m ² por módulo < TÉRREO + 3 >
INÍCIO DAS OBRAS :	01/08/08	
PRAZO MÁXIMO DA OBRA (TOTAL) :	18	Meses
TOPOGRAFIA DO TERRENO :	Terreno c/ leve aclave	
ÁREA DAS PAREDES (POR UNIDADE HABITACIONAL) :	2,4	Taxa (m ² paredes/m ² área construída)
	151	m ² de paredes por Unidade Habitacional
TIPOLOGIA DAS ARMADURAS :	Vergalhão Beneficiado	
UTILIZAÇÃO EQPTOS. ELEVÇÃO :	NÃO	GUINCHO
		(não preencher)
	NÃO	GRUA
	NÃO	GUINDASTE
HAVERÁ TRABALHO AOS SÁBADOS ?	SIM	
HAVERÁ TRABALHO AOS DOMINGOS ?	NÃO	

ANEXO II – REQUISITOS MÍNIMOS DE APARTAMENTOS PARA O PROGRAMA MCMV 2. FONTE: CAIXA 2012

ESPECIFICAÇÃO DA TIPOLOGIA 2

- Compartimentos: sala / 1 dormitório para casal e 1 dormitório para duas pessoas / cozinha / área de serviço / banheiro.
- Área interna útil: 39,00 m².
- Piso: Cerâmica em toda a unidade, com rodapé, e desnível máximo de 15mm. Cerâmica no hall e nas áreas de circulação internas. Cimentado alisado nas escadas.
- Cobertura: Sobre laje, em telha cerâmica ou de fibrocimento (espessura mínima de 5 mm), com estrutura de madeira ou metálica. Admite-se laje inclinada desde que coberta com telhas.
- Esquadrias: Portas internas em madeira. Admite-se porta metálica no acesso à unidade. Batente em aço ou madeira desde que possibilite a inversão do sentido de abertura das portas. Vão livre de 0,80 m x 2,10 m em todas as portas. Previsão de área de aproximação para abertura das portas (0,60 m interno e 0,30 m externo), maçanetas de alavanca a 1,00 m do piso.

- Dimensões dos cômodos:

Espaço livre de obstáculos em frente às portas de no mínimo 1,20 m. Deve ser possível inscrever, em todos os cômodos, o módulo de manobra sem deslocamento para rotação de 180° definido pela NBR 9050 (1,20 m x 1,50 m), livre de obstáculos.

- Pé-direito mínimo: 2,30 m nos banheiros e 2,50 m nos demais cômodos.
- Instalações hidráulicas: Número de pontos definido.
- Instalações elétricas: Número de pontos definido, especificação mínima de materiais.
- Aquecimento solar/térmico: Instalação de kit completo – opcional.
- Proteção de alvenaria externa: Piso de concreto com 0,50m de largura em todo o perímetro da construção.
- Calçada: Largura mínima de 0,90 m.

O projeto deve ser desenvolvido por profissional habilitado, buscando a melhor solução arquitetônica, obedecendo a legislação vigente, às especificações do Programa Minha Casa Minha Vida e as características regionais.

ANEXO III – VALORES PAGOS POR UNIDADE PELA CEF, POR REGIÃO.
 FONTE: CAIXA 2012

VALOR DAS UNIDADES HABITACIONAIS

O valor máximo das unidades habitacionais está estabelecido por UF/localidade e por tipologia diferenciada em casa e apartamento de acordo com as especificações, conforme tabela a seguir:

Valores em R\$ 1

UF	LOCALIDADE	VALOR MÁXIMO DE AQUISIÇÃO DA UNIDADE	
		APARTAMENTO	CASA
SP e DF	Municípios integrantes das regiões metropolitanas do Estado de São Paulo, municípios de Jundiaí/SP, São José dos Campos/SP, Jacareí/SP e DF	65.000,00	63.000,00
	Demais Municípios	57.000,00	57.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		53.000,00
RJ	Capital e respectiva região Metropolitana	63.000,00	60.000,00
	Demais Municípios	55.000,00	55.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		51.000,00
MG	Capital e respectiva região Metropolitana	57.000,00	56.000,00
	Demais Municípios	52.000,00	52.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		48.000,00
ES e TO	Capital e respectiva região Metropolitana	54.000,00	53.000,00
	Demais Municípios	50.000,00	50.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		46.000,00
GO, MS e MT	Capital e respectiva região Metropolitana	54.000,00	53.000,00
	Demais Municípios	49.000,00	49.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		45.000,00
AC, AM, AP, PA, RO e RR	Capital e respectiva região Metropolitana	55.000,00	53.000,00
	Demais Municípios	52.000,00	52.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		48.000,00
BA	Capital e respectiva região Metropolitana	57.000,00	56.000,00
	Demais Municípios	50.000,00	50.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		46.000,00
CE e PE	Capital e respectiva região Metropolitana	56.000,00	54.000,00
	Demais Municípios	49.000,00	49.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		45.000,00
AL, MA, PB, PI, RN e SE	Capital e respectiva região Metropolitana	53.000,00	52.000,00
	Demais Municípios	48.000,00	48.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		44.000,00
RS, PR e SC	Capital e respectiva região Metropolitana	56.000,00	55.000,00
	Demais Municípios	52.000,00	52.000,00
	Municípios entre 20 e 50 mil habitantes		48.000,00