

Guilherme Ganz Seleme

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA
ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS E PAREDES DE CONCRETO
ARMADO MOLDADAS NO LOCAL**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação
em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito parcial para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Norberto Hochheim. Dr.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Seleme, Guilherme Ganz
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA
ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS E PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS
NO LOCAL / Guilherme Ganz
Seleme ; orientador, Norberto Hochheim, 2019.
126 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. I. Hochheim, Norberto . II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Guilherme Ganz Seleme


**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA COMPARATIVA ENTRE
ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS E PAREDES DE
CONCRETO ARMADO MOLDADAS NO LOCAL**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 26 de junho de 2019.

Prof.^a. Luciana Rohde, Dr.^a.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Norberto Hochheim, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Gilberto Seleme e Cristiane Costa Ganz Seleme.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à minha família, por todo carinho, atenção, amor, suporte e ajuda em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, Gilberto e Cristiane, que são meu alicerce e porto seguro. Sempre meus exemplos de sabedoria, dedicação e compreensão, minha fonte de inspiração e que nunca medem esforços para me ver feliz. Sem eles muitos dos meus sonhos não se realizariam e meus dias não seriam os mesmos. Amo os senhores incondicionalmente.

Aos meus irmãos, Gilberto e Gustavo, por nunca me deixarem desistir e sempre me desafiarem a algo melhor. Por terem me cuidado, me aturado e me ensinado muito do que sou hoje em dia. Espelho-me muito em vocês. Não tenho palavras para descrever o quão importantes são para mim.

Aos meus amigos, desde os mais novos aos mais antigos, mas aqueles que sempre estiveram ao meu lado, tornando os meus dias melhores e compartilhando momentos incríveis comigo. Com certeza sem vocês não chegaria onde estou.

A todos os professores que participaram de minha formação, em especial ao meu orientador, Norberto Hochheim, por todo conhecimento transmitido, todo auxílio, incentivo e tempo despendido a mim na elaboração deste trabalho.

Ao pessoal da Engenharia do Sistema FIESC, por terem me acolhido, me ensinado e me ajudado a crescer profissionalmente no período que estive com vocês.

Por fim, sou grato a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, colaboraram com meu crescimento e elaboração deste projeto. Muito obrigado!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.” (Martin Luther King)

RESUMO

O déficit habitacional brasileiro acoplado a estagnação econômica faz com que a construção civil tenha significativa demanda, notadamente no setor de habitações de interesse social. Porém, a disponibilidade de recursos financeiros para as obras, assim como o poder aquisitivo dos consumidores finais é reduzida. Constata-se a necessidade de inovação nos sistemas construtivos, analisando o melhor sistema executivo quanto às exigências do governo federal, de forma que a execução se torne mais barata e com um prazo de execução menor afim de atender a demanda populacional. O objetivo da pesquisa é um estudo comparativo de viabilidade entre os sistemas construtivos alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldadas no local em um conjunto habitacional de 300 unidades. São apresentadas as características de cada método executivo como também suas vantagens e desvantagens, em questões de execução, racionalização, desperdícios, entre outro. Para tanto, foram levantados dados de produtividade e custos de execução dos dois sistemas construtivos. A partir da obtenção dessas informações, foram feitas análises econômicas dos dois sistemas construtivos, verificando-se pequena vantagem para o sistema paredes de concreto armado moldadas in loco para este empreendimento.

Palavras-chave: Sistemas construtivos. Viabilidade. Paredes de Concreto Armado. Alvenaria estrutural de Blocos Cerâmicos.

ABSTRACT

The Brazilian housing deficit coupled with its economic stagnation means that the construction industry has significant demand, notably in the social housing sector. However, the availability of financial resources for the works, as well as the purchasing power of the final consumers is reduced. There is a need for innovation in the construction systems, analyzing the best executive system regarding the requirements of the federal government, so that the execution becomes cheaper and with a shorter execution time in order to meet the population demand. The objective of the research is a comparative feasibility study between the constructive systems structural masonry walls of ceramic blocks and reinforced concrete walls molded on site in a housing complex of 300 units. The characteristics of each executive method are presented as well as its advantages and disadvantages, in questions of execution, rationalization, waste, among others. For that, data were collected on productivity and costs of execution of the two construction systems. From the information obtained, technical and economic analyzes of the two construction systems were carried out, with a small advantage for the system of reinforced concrete walls molded in loco for this project

Keywords: Construction systems. Viability. Reinforced Concrete Walls. Masonry of Ceramic Blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas	27
Figura 2 - Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas maciças)	27
Figura 3 - Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas)	28
Figura 4 - Bloco cerâmico estrutural furado	28
Figura 5 – Tabela de dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais	30
Figura 6 - Ferramentas para execução da Alvenaria	34
Figura 7 - Marcação da primeira fiada	36
Figura 8 - Assentamento da Alvenaria de Blocos Cerâmicos	37
Figura 9 - Gráfico com as principais origens de patologias no Brasil	38
Figura 10 - Edifício A Noite	39
Figura 11 - Esquema genérico da produção de elementos de concreto armado	40
Figura 12 - Elementos estrutura de Concreto Armado	43
Figura 13 - Exemplo de montagem de formas e armaduras	45
Figura 14 - Componentes do concreto armado	49
Figura 15 - Tabela de tipos de cimento fabricados no Brasil	51
Figura 16 - Agregados graúdos artificiais	53
Figura 17 - Decréscimo da resistência à compressão com o aumento do fator água/cimento.	55
Figura 18 - Concretagem de paredes de residência com formas metálicas .	64
Figura 19 - Esquema das etapas da concretagem	64
Figura 20 - Custos indiretos construtora de pequeno porte	70
Figura 21 - Cronograma alvenaria estrutural em blocos cerâmicos	78
Figura 22 - Cronograma paredes de concreto armado moldadas in loco	79
Figura 24 - Relatório Focus do Banco Central do Brasil	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva	30
Quadro 2 - Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas	31
Quadro 3 - Especificação dos aços mais comuns.....	58
Quadro 4 - Operações realizadas durante o processamento de armadura ..	60
Quadro 5 - Operações para execução das passagens e embutidos na laje.	61
Quadro 6 - Operações principais da execução de formas	63
Quadro 7 - Fluxo de entrada e saída sistema paredes de concreto armado moldadas no local em 12 meses	81
Quadro 8 - Fluxo de entrada e saída discriminado	82
Quadro 9 - Custos de uma unidade habitacional em alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldadas in loco	85
Quadro 10 - Custos para construção de 300 unidades habitacionais em alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldado no local. ...	85
Quadro 11 - Custos indiretos de uma UH em cada sistema construtivo	86
Quadro 12 - Custos diretos e indiretos empreendimento em cada sistema construtivo	87
Quadro 13 – Parâmetros econômico-financeiros sistema construtivos alvenaria de blocos cerâmicos (24 meses).	88
Quadro 14 - Parâmetros econômico-financeiros sistema construtivos alvenaria de blocos cerâmicos (12 meses).....	88
Quadro 15 - Parâmetros econômico-financeiros sistema paredes de concreto armado moldadas no local (12 meses).....	88
Quadro 16 - Parâmetros econômico-financeiros sistema paredes de concreto armado moldadas	89
Quadro 17 - Parâmetros econômico-financeiros com vendas concentradas no início do empreendimento	90
Quadro 18 - Parâmetros econômico-financeiros com vendas concentradas no final do empreendimento.....	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número mínimo de UH para que o empreendimento se torne viável para aplicação do método construtivo parede de concreto armado.....	86
Gráfico 2 - Tempo de retorno de investimentos de acordo com projeção de vendas.....	91
Gráfico 3 – Valor Presente Líquido de acordo com projeções de vendas	92
Gráfico 4 – Sensibilidade do VPL em função da variação na TMA.	92
Gráfico 5 - TIR x Porcentagem de vendas	93
Gráfico 6 - VPL x Porcentagem de Vendas	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PAC– Programa de Aceleração do Crescimento

PIL– Programa de Investimento em Logística

PMCMV– Programa Minha Casa, Minha Vida

BID– Banco Interamericano de Desenvolvimento

PNUD– Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

NBR– Normas Brasileiras

ABN – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABCP– Associação Brasileira de Cimento Portland

SINAPI– Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção

Civil

TCPO– Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

GIDUR – Gerência de Filial de Desenvolvimento Urbano e Rural

VPL– Valor Presente Líquido

TIR– Taxa Interna de Retorno

PB– Período de Payback Simples

PBd– Período de Payback Descontado

TMA– Taxa Mínima de Atratividade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS	19
1.1.1	Objetivo Geral	20
1.1.2	Objetivos específicos	20
1.2	JUSTIFICATIVA	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	SISTEMAS CONSTRUTIVOS	21
2.2	ALVENARIA ESTRUTURAL.....	22
2.2.1	Início da Alvenaria Estrutural no Brasil	22
2.2.2	Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos.....	23
2.2.2.1	Blocos Cerâmicos.....	23
2.2.2.2	Vantagens do Sistema.....	24
2.2.2.3	Desvantagem do Sistema.....	25
2.2.2.4	Materiais Constituintes	26
2.2.2.5	Execução.....	33
2.2.2.6	Manifestações Patológicas em Alvenaria Estrutural	37
2.3	CONCRETO ARMADO	39
2.3.1	Início do Concreto Armado no Brasil.....	39
2.3.2	Características.....	41
2.3.3	Elementos Estrutura de Concreto Armado.....	42
2.3.4	Formas	43
2.3.5	Vantagens do Sistema	45
2.3.6	Desvantagens do Sistema	47
2.3.7	Materiais Constituintes	48
2.3.8	Execução.....	59
2.4	MÉTODOS DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA	68
2.4.1	Fluxo de Caixa	68

2.4.2 Custos	69
2.4.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	70
2.4.4 Valor Presente Líquido (VPL)	71
2.4.5 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	72
2.4.6 Payback Simples e Descontado (PB E PPB)	73
2.4.7 Análise de Risco.....	74
3 MÉTODOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS	76
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	85
5 CONCLUSÃO.....	95
BIBLIOGRAFIA	97
ANEXOS	104
ANEXO A – PROJETO PADRÃO CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.....	105
APÊNDICE	108
APÊNDICE A – ORÇAMENTO GLOBAL ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS CERÂMICOS	109
APÊNDICE B – ORÇAMENTO GLOBAL CONCRETO ARMADO.....	113
APÊNDICE C – FLUXO DE CAIXA SISTEMA CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO (12 MESES).....	117
APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA SISTEMA ALVENARIA ESTRUTURAL BLOCOS CERÂMICOS (12 MESES).....	118
APÊNDICE E – FLUXO DE CAIXA SISTEMA ALVENARIA ESTRUTURAL BLOCOS CERÂMICOS (24 MESES).....	119
APÊNDICE F - FLUXO DE CAIXA SISTEMA CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO (24 MESES).....	120
APÊNDICE G – FLUXO COM VENDAS MAIORES NO INÍCIO DO EMPREENHIMENTO (CONCRETO ARMADO 12 MESES).....	121
APÊNDICE H – FLUXO COM VENDAS MAIORES NO FIM DO EMPREENHIMENTO (CONCRETO ARMADO 12 MESES).....	122
APÊNDICE I – FLUXO COM VARIAÇÃO NA TMA EM 1PP A MAIS (CONCRETO ARMADO 12 MESES).....	123
APÊNDICE J – FLUXO COM VARIAÇÃO NA TMA EM 1PP A MENOS (CONCRETO ARMADO 12 MESES).....	124

APÊNDICE K – CENÁRIO 1 (90% DE VENDAS) (CONCRETO ARMADO 12 MESES)	125
APÊNDICE L – CENÁRIO 2 (80% DE VENDAS) (CONCRETO ARMADO 12 MESES)	126

1 INTRODUÇÃO

A construção brasileira, quando comparada aos EUA e à Europa, apresenta um cenário que se caracteriza pela necessidade de um aumento de produtividade, desenvolvimento de inovações, busca de racionalização, padronização e aumento de escala, com sustentabilidade (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2016).

Sabe-se que a construção executada no Brasil é marcada por baixos níveis de planejamentos físicos e econômicos, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade e incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental.

Sabe-se também que em face da grande demanda e do incentivo do governo federal, as empresas da construção civil buscam alternativas de sistemas construtivos aptos a melhorar a qualidade e a produtividade, com foco na redução de gastos e perdas de materiais, na diminuição da mão-de-obra e, ao mesmo tempo, com maior rapidez do processo, de modo a entregar as unidades habitacionais com níveis de desempenho que atendam às normas da ABNT. Portanto métodos construtivos vantajosos têm sido buscados por vários anos dentro do mercado da construção civil.

Acredita-se, ainda, que a construção de residências continua desempenhando um papel de extrema importância à população, pois a sociedade vem crescendo de maneira contínua e acelerada. Diante de tal realidade, cresce também o dever do Estado de garantir o direito de moradia a todos. Os investimentos no setor da Construção Civil envolvem riscos financeiros e recursos de montantes significativos. A fim de fundamentar decisões sobre investimentos nesse setor, é recomendável a realização de análise prévia através de critérios de viabilidade econômica. (GONZÁLEZ E FORMOSO, 2001).

Tendo em vista o cenário econômico atual, é de extrema importância a análise de investimento para que se possa ter a certeza da rentabilidade de um empreendimento

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão classificados a seguir como geral e específicos e são apresentados nos próximos itens.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade técnica e econômica dos sistemas construtivos: Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos e Paredes de Concreto Armado Moldado no local aplicado em Habitações de Interesse Social, em um conjunto de 300 unidades habitacionais.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho envolvem as análises de custos globais e as diferenças dos sistemas construtivos paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldada no local, identificando os custos dos materiais utilizados, a mão de obra e os equipamentos para a execução de ambos os sistemas construtivos, fazendo então um comparativo entre os custos orçados. Para tal, será necessário:

- a) Caracterizar as etapas de execução dos sistemas construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural de blocos cerâmicos;
- b) Apresentar vantagens e desvantagens de prazos, custos, materiais, mão de obra e equipamentos dos dois métodos executivos
- c) Elaborar o orçamento de uma habitação popular nos dois métodos citados;
- d) Comparar o custo por m² de uma habitação popular entre os dois métodos e os parâmetros econômico-financeiros deles;
- e) Identificar o sistema executivo mais viável economicamente para a concepção de 300 unidades de habitação popular.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil tem relevante papel no processo de crescimento do país. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o de Investimento em Logística (PIL), assim como obras do Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), têm estimulado a cadeia produtiva da indústria da construção civil, pela geração de empregos e renda para milhares de trabalhadores, além de ganhos significativos em escala para o comércio e a indústria nacional (TEIXEIRA, 2015).

Porém no cenário atual a realidade é outra, vivemos um período de elevado nível de desemprego além do fato de o Ministro do Desenvolvimento

Regional afirmar que os recursos do PMCMV se encerram ao final de Junho deste ano.

Além disto, o déficit habitacional no Brasil é um problema antigo, principalmente para a população de baixa renda. Segundo dados estatísticos sobre o Déficit Habitacional Brasileiro da Fundação João Pinheiro em parceria com o Ministério das Cidades, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o déficit chegava a 6.355.743 milhões de domicílios em 2015 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2015). O cenário é, então, desafiador. É necessário, portanto, um sistema construtivo rápido, já que a tendência é o déficit habitacional aumentar se continuarmos a usar sistemas construtivos tradicionais, com baixo grau de industrialização e rapidez.

Neste cenário, o aumento da produtividade da construção civil tem sido a tônica das discussões nos fóruns público-privados. Nos últimos anos, notou-se que é necessário um sistema construtivo rápido e econômico, já que a tendência é o déficit habitacional aumentar se continuarmos a usar sistemas construtivos tradicionais, com baixo grau de industrialização e rapidez, para tanto, ações que possam contribuir com a inovação, a modernização e o aumento da competitividade desta indústria devem ser estabelecidas.

Tendo em vista essa necessidade de popularização de sistemas construtivos racionalizados, que possibilitem a execução rápida e econômica dos empreendimentos, é importante o desenvolvimento de estudos que comprovem a eficácia desses sistemas nos quesitos técnico e econômico, no intuito de promover a consolidação dos mesmos perante os agentes construtores.

Diante do exposto, buscou-se então caracterizar os sistemas construtivos alvenaria estrutural de parede de concreto e parede de blocos cerâmicos, possibilitando conhecer as características executivas, custos e quantidade de mão de obra, podendo seguir de base de estudo para profissionais liberais e construtoras que buscam maior eficiência no ramo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Na construção civil, predominam as técnicas e materiais tradicionais, cuja trajetória de evolução ao longo do tempo não acompanhou a dos demais

setores industriais. Os materiais, as formas e as técnicas que utilizamos na construção civil de hoje são diferentes dos materiais de épocas anteriores. Também a nossa maneira de interpretar a importância de uma construção é hoje diferente da de outras épocas, ou seja, possui outros significados.

Segundo Sabbatini (1989), a industrialização da construção civil é um processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle objetivam incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva.

Em relação aos sistemas industrializados, podem ser considerados dois tipos: o primeiro, constituído por sistemas leves para vedações (com pesos não superiores a 60 kgf/m²), destinados à compartimentação interna, e o segundo, os sistemas destinados às estruturas e aos fechamentos com função estrutural ou de vedação.

No que diz respeito à Alvenaria Estrutural, existem diversos estudos sobre este sistema construtivo, avaliando-se as vantagens técnicas e econômicas dele, assim como seu elevado grau de racionalização. Iniciando-se pela definição de sistema construtivo, afirma Sabbatini (1989 apud Manzione, 2004, p. 13) que “Sistema construtivo é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”. Com isso, conclui Manzione (2004, p. 13) “A alvenaria estrutural pode ser, então, entendida como um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade, que suporta e organiza os outros subsistemas da edificação”.

2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

2.2.1 Início da Alvenaria Estrutural no Brasil

De acordo com Sabbatini (2003, p. 5), o exemplo mais destacado de uma edificação estruturada totalmente em paredes de alvenaria resistente é o Teatro Municipal, em São Paulo, que foi inaugurado no ano de 1911. Segundo o mesmo autor, no entanto, o método construtivo em alvenaria estrutural foi introduzido, em São Paulo, na década de 70.

No Brasil a alvenaria estrutural teve destaque no estado de São Paulo no ano de 1966 com a construção do conjunto habitacional “Central Parque da

Lapa”. Ainda no mesmo conjunto, no ano de 1972, foram construídos edifícios com 4 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto, fato marcante para a utilização desta técnica no país (PRUDÊNCIO JR. *et al.*, 2002 *apud* SILVA, 2008).

Segundo Ramalho e Corrêa (2003) recentemente, no Brasil, o sistema construtivo em alvenaria tem sofrido uma grande expansão. Devido à estabilização da economia, a concorrência fez com que um número crescente de empresas passasse a se preocupar mais com os custos, acelerando as pesquisas e a utilização de novos materiais.

2.2.2 Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos

2.2.2.1 Blocos Cerâmicos

As unidades de alvenaria (blocos e tijolos) são componentes industrializados, modulados e em forma de paralelepípedos, para a composição da alvenaria estrutural ou de vedação. Podem apresentar diferentes dimensões ou formas (as unidades especiais), compatíveis com a modulação adotada, e serem confeccionados em vários materiais: concreto, cerâmica, sílico-calcário e concreto celular auto clavado (CARVALHO, 2007).

A principal matéria prima dos blocos cerâmicos são as argilas, que dá a cor característica marrom aos blocos. A grande vantagem dos blocos cerâmicos em relação aos outros tipos de blocos é o seu baixo peso específico, porém a resistência dos blocos pode variar muito pois depende da argila utilizada, fazendo com que sejam necessários testes e ensaios para caracterização dos blocos.

Suas propriedades desejadas são: resistência à compressão, estabilidade dimensional, vedação, resistência ao fogo, durabilidade frente às intempéries, aderência à argamassa, absorção adequada e modulação.

Segundo a NBR 15270-2 – Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural, “o bloco cerâmico estrutural deve trazer, obrigatoriamente, gravada em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5mm de altura, sem que prejudique o seu uso.” (ABNT, 2005, p. 3).

2.2.2.2 Vantagens do Sistema

As vantagens da utilização da alvenaria estrutural em blocos cerâmicos são várias, pode-se exaltar a redução dos custos através da diminuição do desperdício, menor quantidade de retrabalho por eliminação dos rasgos para passagem de tubulações, menor tempo de execução da obra, padronização de elementos e grande disponibilidade dos mesmos, eliminação da necessidade de fôrmas.

Ramalho e Corrêa (2003, p.11) relacionam as vantagens na adoção do Sistema construtivo Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos da seguinte forma:

- a) Economia de formas: as formas normalmente se limitam à execução das lajes, sendo essas baratas e reaproveitáveis;
- b) Redução significativa nos revestimentos: os blocos utilizados são de maior qualidade, reduzindo o custo do revestimento de maneira bastante significativa e diminuindo também o custo na regularização das paredes;
- c) Redução nos desperdícios de matérias e mão de obra: as paredes não aceitam, posteriormente, rasgos ou aberturas para colocação de instalações hidráulicas e elétricas;
- d) Redução de especialidades: profissionais armadores e carpinteiros deixam de ser necessários;
- e) Agilidade de execução: quando se usar lajes pré-moldadas, o tempo de cura do concreto passa a não fazer parte do ciclo, ganhando assim uma maior produtividade.
- f) Mão de Obra: exige menos operário devido à simultaneidade da execução, por exemplo, o mesmo pedreiro que faz o levante da alvenaria, pode fazer a passagem dos eletrodutos nos blocos, a colocação das armaduras e pode deixar instaladas as peças pré-moldadas nas vergas e contra vergas.
- g) Flexibilidade na execução: se a obra for de lajes pré-moldadas o planejamento da obra não fica relacionado com o tempo necessário para a cura do concreto.

De acordo com Roman et al. (1999) a alvenaria estrutural facilita a compreensão dos projetos pela mão-de-obra; é normalmente mais econômica que prédios de aço e concreto, não só por executarem alvenaria e estrutura numa só etapa, mas também pela redução da quantidade de madeira e aço e concreto, menor espessura de revestimentos, e maior rapidez de execução.

2.2.2.3 Desvantagem do Sistema

As desvantagens do sistema podem ser consideradas a necessidade do conhecimento de alvenaria estrutural pelos projetistas responsáveis pelos projetos complementares, necessidade de especialização da mão-de-obra, dificuldade na reforma de um edifício, necessidade de um rígido controle de qualidade dos materiais e componentes (blocos e argamassas) e grande quantidade de patologias devido à falta de experiência e má-qualidade de alguns materiais e a dificuldade na construção de grandes vãos.

Ramalho e Corrêa (2003, p.11-12) relacionam as desvantagens na adoção do Sistema construtivo Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos da seguinte forma:

- a) Adaptação da Arquitetura para o novo uso: como as paredes são a estrutura da edificação, mudanças no arranjo arquitetônico não são possíveis. Como uma edificação tende a sofrer mudanças para a adaptação de seus usuários ao longo do tempo, esse problema torna-se bastante grave e relevante. É um problema inibidor de vendas;
- b) Interferência entre arquitetônico, estrutural e instalações: os projetos precisam estar bastante compatibilizados. As instalações dependem diretamente das posições dos vazados da modulação. Já o projeto arquitetônico depende das dimensões do projeto de modulação da estrutura, e esse depende da dimensão da unidade modular (bloco estrutural);
- c) Necessidade de mão de obra bem qualificada: o método construtivo exige uma mão de obra apta, exigindo um treinamento prévio antes da execução do trabalho para que este não

apresente, posteriormente, falhas que possam comprometer a segurança da edificação.

Percebe-se, portanto, que a alvenaria estrutural é um sistema construtivo, no qual, sua maior vantagem é a racionalização e sua maior desvantagem é a questão da impossibilidade de alteração no *layout* arquitetônico.

Martins (2018) pontuou que em um dia chuvoso, a obra estaria improdutiva com a alvenaria, e estaria produtiva com a carpintaria, no caso do concreto armado, por exemplo.

Roman et al. (1999) caracterizam como uma desvantagem a falta de flexibilidade em se retirar paredes da edificação, por motivo destas desempenharem funções estruturais. Os mesmos sugerem ainda que este inconveniente pode ser superado se no projeto forem definidas algumas paredes removíveis.

2.2.2.4 Materiais Constituintes

Os materiais de construção utilizados na alvenaria estrutural de blocos cerâmicos são: unidade modular (bloco estrutural), argamassa, graute e armadura. Esses são descritos nos próximos itens.

a) Unidade Modular (Bloco Estrutural)

A Associação Brasileira da Construção Industrializada (1990, p. 157) define bloco como a essência da alvenaria. Portanto sua resistência tem relação direta com a resistência final das paredes. De um modo geral, a alvenaria será mais resistente, quanto mais resistente for o bloco.

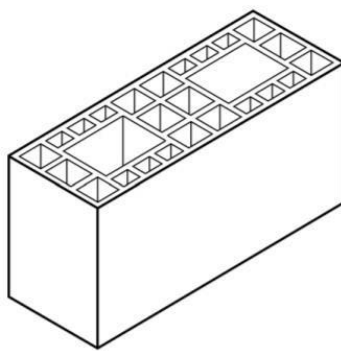
No que se referem a forma as unidades são classificadas em maciças ou vazadas, sendo que maciças são aquelas cujo índice de vazios seja inferior a 25% da área total. Do contrário as unidades são classificadas como vazadas. Desse detalhe vêm dois conceitos de grande importância estrutural. A tensão referida à área total da unidade, com vazios desconsiderados, chama-se tensão em relação à área bruta. Já a tensão calculada descontando-se a área de vazios é chamada de tensão em relação à área líquida.

De acordo com Roman et al. (1999), a escolha pelo tipo de bloco dependerá do local, dos recursos disponíveis e das características da edificação, determinando qual tipo de bloco será mais viável economicamente e se adaptará

melhor ao projeto. Os mesmos autores concluem ainda que as unidades básicas da alvenaria estrutural devem apresentar as características básicas de resistência à compressão, baixa absorção de água, durabilidade e estabilidade dimensional.

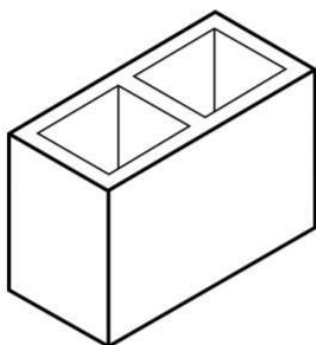
A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005, p. 1) define bloco cerâmico estrutural como elemento cerâmico vazado que deve ser assentado com seus furos na vertical. Nas figuras 1 a 4, tem-se os tipos de blocos cerâmicos mais utilizados.

Figura 1 - Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas



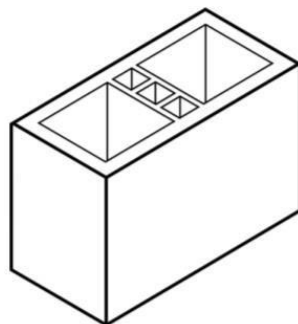
Fonte ABNT (2005)

Figura 2 - Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas maciças)



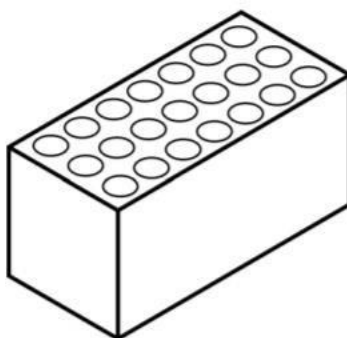
Fonte ABNT (2005)

Figura 3 - Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas)



Fonte ABNT (2005)

Figura 4 - Bloco cerâmico estrutural furado



Fonte ABNT (2005)

Segundo Ramalho e Corrêa (2003, p. 7), as unidades são as principais responsáveis pela resistência da estrutura. De acordo com Duarte (1999, p. 13) a resistência á compressão das unidades modulares é reconhecida como sendo o fator mais importante na resistência a compressão da alvenaria.

Segundo Hendry (2002), para influenciar na resistência a compressão da alvenaria, alguns fatores são importantes, tais como:

- Resistência dos blocos;
- Resistência da argamassa;
- Espessura da junta de argamassa;
- Absorção inicial de água;
- Condições de cura;
- Qualidade da mão de obra.

Evidentemente pode-se admitir tensões de tração em determinadas peças, porém, devem ser restritas a pontos específicos e não devem possuir valores muito elevados. Caso a tração ocorra de forma generalizada ou com valores elevados a estrutura pode ser viável, porém economicamente inadequada, conforme apresentado por Ramalho e Corrêa (2003).

Entretanto, a alvenaria estrutural não deve ser avaliada apenas pelo seu desempenho, a modulação e a racionalização do projeto são as essências de uma obra feita em alvenaria estrutural. A existência da compatibilização e integração entre projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulico e estrutural são de extrema importância podendo gerar uma redução expressiva no custo total da obra (FERREIRA; POMPEU JUNIOR, 2010).

Em relação às resistências mínimas a serem resistidas à compressão pelos blocos, em relação à área bruta, é estabelecido pela NBR 7171 - Bloco Cerâmico para Alvenaria - que para os blocos portantes cerâmicos a resistência mínima deve ser de 4 Mpa.

- Fabricação

O bloco cerâmico estrutural deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado em elevadas temperaturas. Segundo Sabbatini (2003, p. 9) essa temperatura de queima deve ser superior a 800°C.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005, p. 3-4) os blocos não devem apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam seu emprego na função especificada. As características visuais do bloco devem atender aos critérios de avaliação da aparência, especificados em comum acordo entre o fabricante e o fornecedor, quando do contrato de fornecimento.

- Identificação

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005, p. 3), "O bloco cerâmico estrutural deve trazer, obrigatoriamente, gravada em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso". Nessa inscrição deve constar no mínimo o seguinte:

- I. Identificação da empresa;
- II. Dimensões de fabricação do bloco

- III. As letras EST (indicativo da sua condição estrutural);
- IV. Indicação de rastreabilidade.
 - Dimensões e tolerância

As dimensões de fabricação do bloco cerâmico estrutural são as indicadas na Figura 5.

Figura 5 – Tabela de dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais

Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação cm					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
Módulo dimensional M = 10 cm			Bloco principal	½ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14		19	29	14	-
(3/2)M x (2)M x (4)M		39		19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59

Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.
Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.

Fonte ABNT (2005).

As tolerâncias dimensionais relacionadas às medições individuais são as indicadas no quadro 1 e as tolerâncias dimensionais relacionadas à média são as indicadas no quadro 2, ambos adaptados da NBR 15270-2:2005.

Quadro 1 - Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva

Grandezas controladas	Tolerância (mm)
Largura (L)	± 5
Altura (H)	
Comprimento (c)	

Fonte ABNT (2005)

Quadro 2 - Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas

Grandezas controladas	Tolerância (mm)
Largura (L)	± 3
Altura (H)	
Comprimento (c)	

Fonte ABNT (2005)

b) Argamassa

A argamassa de assentamento possui as funções de unir as unidades, transmitir e padronizar as tensões entre blocos, absorver as pequenas deformações e prevenir a entrada de vento nas edificações. A plasticidade, trabalhabilidade, resistência e durabilidade são fatores indispensáveis para uma argamassa que é composta por cimento, areia, cal e água (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Outra característica é corrigir as imperfeições de blocos aparentes, melhorando a estética e ajudando na modulação dos vãos. Todavia, com a intenção de ampliar a produção e minimizar as perdas, várias construtoras optam por argamassa industrializada, a qual pode ser misturada no local de aplicação e guardada em sacos, evitando a necessidade de centrais de produção e favorecendo o transporte dentro da obra (ARCARI, 2010).

De acordo com Oliveira Junior (1992), a argamassa deve possuir características no estado fresco e endurecido, para o estado fresco tem as seguintes características:

- Trabalhabilidade – é considerada a mais importante propriedade da argamassa e significa a fácil aplicação e espalhamento sobre o bloco e uma boa aderência nas superfícies laterais. Nela são apresentados fatores importantes como a consistência plasticidade e coesão.
- Retenção de água – é a disposição que a argamassa possui de reter a água de amassamento, impedindo que haja perdas por evaporação, ou pela absorção dos blocos após o assentamento. A durabilidade e estanqueidade das paredes estão relacionadas a uma retenção de água adequada.

- Taxa ou Velocidade de endurecimento – depende das condições climáticas e das reações químicas dos aglomerantes. Quando a velocidade de endurecimento for muito rápida, o tempo de aplicação se reduz para obter uma melhor trabalhabilidade, quando a velocidade de endurecimento for muito baixa a aplicação deve ser alterada, se tornando mais lenta, pois a argamassa não apresentará a resistência suficiente para suportar as sobrecargas dos blocos.

De acordo com Carasek (2007), para a argamassa no estado endurecido, ela necessita ter as seguintes características:

- Aderência: a argamassa, juntamente com o bloco, deve possuir adequada aderência, para absorver as tensões de cisalhamento e normais, as quais estão submetidas, sem romper.
- Resistência a compressão: a resistência da argamassa não deve ser superior à dos blocos da parede, mas ela deve ter resistência suficiente para suprir os esforços aos quais a parede será submetida.
- Elasticidade – é a propriedade que a argamassa tem de se deformar sem provocar ruptura, retornando as posições originais, tem como um estado tal de deformação em que a ruptura ocorre em modo de microfissuras.
- Durabilidade – a infiltração da água é um dos agentes mais prejudiciais que a exercer na argamassa exposta, assim prejudicando a evaporação da água aprisionada, e assim aparecendo patologias como as fissuras e as manchas.

c) Graute

O graute é um concreto que possui agregados de pequenas dimensões, e tem uma plasticidade relevante para preencher os vazios dos blocos. Sua principal finalidade é a consolidação entre os blocos e a armadura existente em seu interior, para que ambos trabalhem monoliticamente, assim aumentando a área resistente (OLIVEIRA, 1992).

De acordo com a NBR 10837 (ABNT, 1989), o graute deve ter sua resistência característica maior ou igual a duas vezes a resistência característica

do bloco, essa recomendação é fácil de ser entendida uma vez que a resistência característica do bloco é referida à área bruta e que o índice de vazios para os blocos é usualmente de 50%.

Segundo Manzione (2004), graute é um micro concreto de alta plasticidade, cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armadura em seu interior, o graute combaterá também os esforços de tração que a alvenaria por si só não teria condições de resistir.

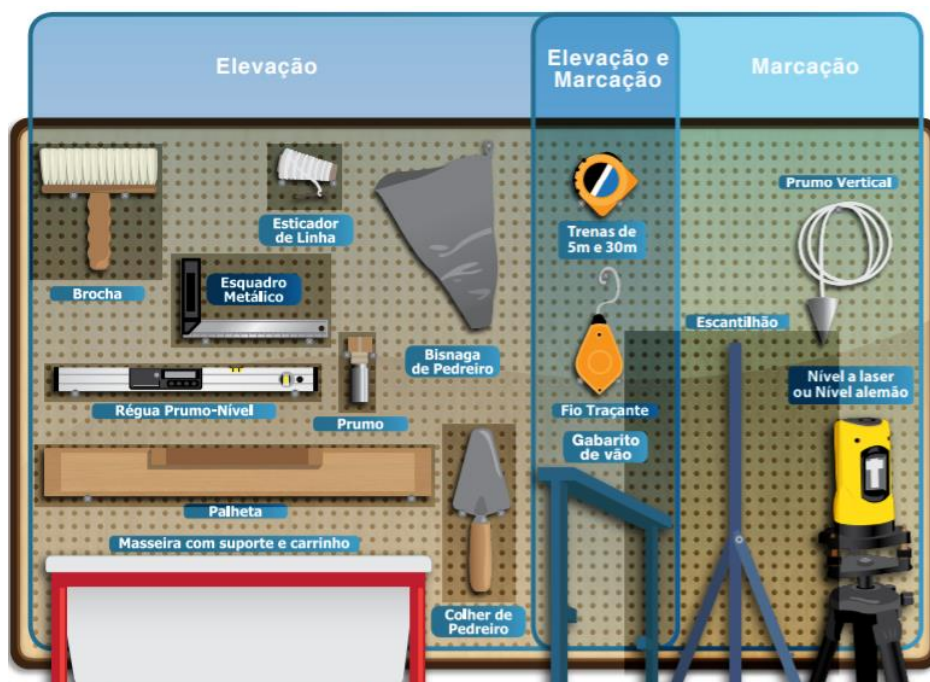
Outro fator importante, de acordo com Ramalho e Corrêa (2003), o conjunto bloco, graute e eventualmente armadura devem trabalhar monoliticamente, de maneira semelhante ao que ocorre com o concreto armado. Para tanto, o graute deve envolver completamente as armaduras e aderir tanto a ela quanto ao bloco, daí a necessidade do mesmo ser de alta plasticidade, de modo a formar um conjunto único. O graute também é utilizado para o preenchimento de vazios dos blocos e canaletas, podendo elevar a capacidade portante da alvenaria à compressão, sem aumentar a resistência do bloco.

2.2.2.5 Execução

O profissional deve se basear em um equilíbrio nas distribuições das paredes estruturais, fazendo com que ocorra o máximo de simetria possível na edificação, levando em consideração o sentido vertical e horizontal das paredes garantindo assim a estabilidade global da estrutura em relação às cargas horizontais. Se ocorrer uma distribuição de carga desorientada, pode levar a necessidade da utilização de materiais com resistências diferentes para as paredes do mesmo pavimento, ou o grauteamento de determinadas pares, aumentando o custo do empreendimento (LISBOA, 2008).

Portanto a alvenaria estrutural requer uma precisão bastante grande em sua execução, necessitando de ferramentas e equipamentos adequados. A figura 6 as principais ferramentas necessárias para a execução da alvenaria segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

Figura 6 - Ferramentas para execução da Alvenaria



Fonte: ABCP (2009)

Para uma boa execução de alvenaria estrutural é necessário orientar o pedreiro, mostrando ao mesmo todos os detalhes exigidos para que a parede seja bem executada. Nota-se no canteiro de obras que o operário quando bem instruído e pela repetição da atividade, aprende rapidamente os pontos importantes para uma boa execução. A sequência para montagem de uma boa alvenaria é:

a) Recebimento

O procedimento de execução de uma alvenaria estrutural inicia-se no recebimento dos materiais utilizados no processo. Esse processo de aceitação é importante para a qualidade dos materiais que resultará na qualidade final da alvenaria.

Os blocos devem ser separados em lotes e cada um ser submetido ao controle de aceitação. Cada lote pode ser composto do modo que desejar, porém deve-se seguir as condições de aceitação da norma NBR 6136 (ABNT, 2006).

Nenhum lote deve ser constituído por mais de 100.000 blocos, onde cada lote deve ser formado por blocos com as mesmas características, produzidos sob as mesmas condições e com os mesmos materiais, sendo de responsabilidade do fornecedor indicar isso na entrega do produto.

Para se saber se um bloco tem qualidade, pode-se analisar algumas características a olho nu:

- Possui cantos quebrados, trincas;
- Possui todas as medidas íntegras e constantes com variações de milímetros;
- Quebra com facilidade;
- Aspecto do bloco homogêneo e sem vazios etc.

Com os blocos ensaiados em laboratório, pode-se ter mais segurança nos mesmos empregados. Se houver algum problema com os resultados dos ensaios pode-se ainda, em tempo, tomar providências necessárias.

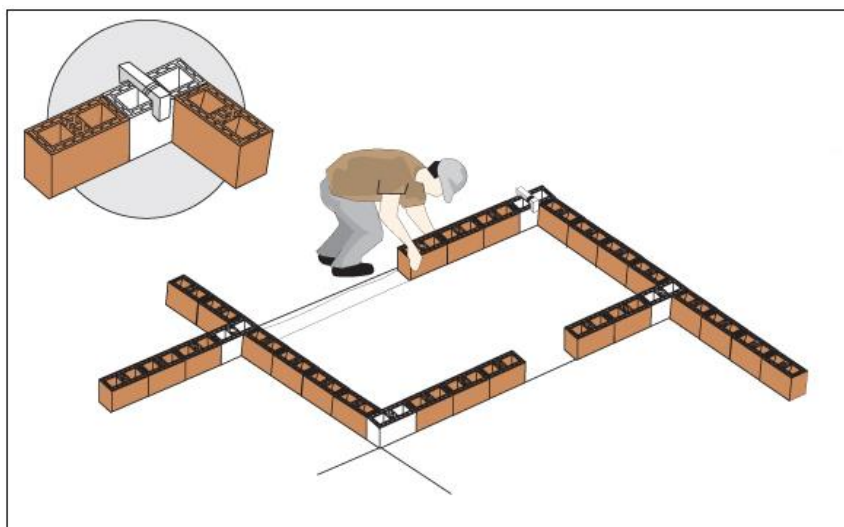
b) Marcação

Verifica-se antes do início o projeto, a exata localização de cada parede, prepara-se a área do serviço removendo toda a poeira e resíduos de sobras, possibilitando a boa aderência da argamassa e verificando o nivelamento do piso, onde caso haja desnivelamentos é necessário remover o acesso ou aplicar argamassa nas depressões.

A marcação da alvenaria é a primeira etapa do processo, nada mais é do que a locação da primeira fiada. A marcação dos pontos deve ser feita de acordo com o projeto arquitetônico de modo a garantir a linearidade da alvenaria

Para se efetuar a marcação é recomendado que a mesma seja iniciada pelas paredes externas, facilitando o enquadramento das paredes. Para evitar o acúmulo de erros de medição, a locação das paredes deve ser feita com a utilização de cotas acumuladas. Depois de marcados os eixos das paredes e verificado os esquadros, inicia-se a locação da primeira fiada em pontos estratégicos como canto de paredes, encontros e aberturas.

Figura 7 - Marcação da primeira fiada



Fonte – Selecta Blocos (2009)

A posição de cada parede deve ser delimitada independentemente dos eventuais desvios da estrutura. Caso o projeto de estrutura ou de alvenaria preveja a constituição de juntas de dilatação ou de controle, a marcação da alvenaria deve respeitar com todo rigor o posicionamento e a abertura das juntas. A modulação horizontal prevista para a primeira fiada no projeto de alvenaria deve ser rigorosamente observada.

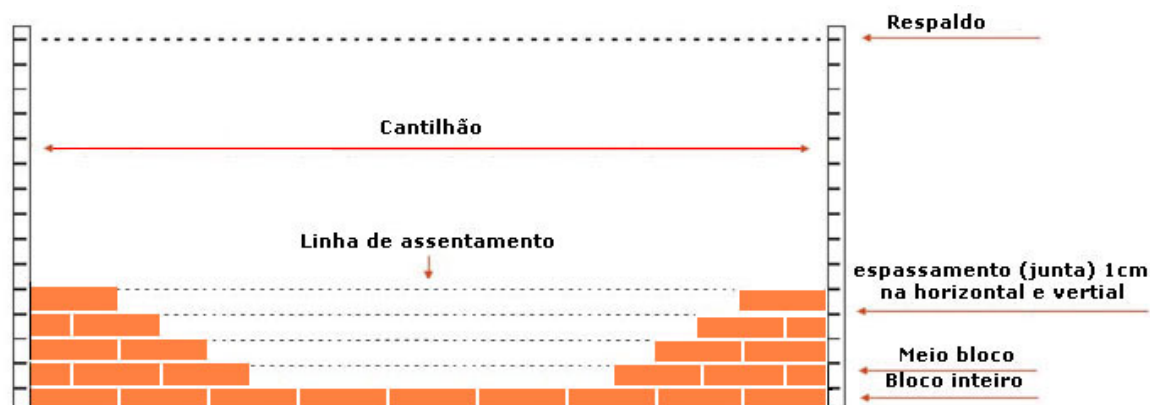
c) Assentamento

O principal objetivo do assentamento é manter o nivelamento em todas as fiadas, garantir a amarração mínima, garantir a plasticidade da parede, garantir a espessura exata para o encunhamento da alvenaria com a estrutura. Antes do assentamento da primeira fiada devem ser rigorosamente conferidas a presença e o posicionamento de eletrodutos, caixas de passagem, tubos de água, arranques de pilaretes grauteados e outros.

O assentamento dos blocos da primeira fiada influencia a qualidade de todas as demais características da alvenaria, ou seja, modulação horizontal e vertical, nivelamento das fiadas e espessura da camada de assentamento, folgas para instalação de esquadrias, posicionamento de ferros-cabelo ou de telas de ancoragem das paredes, folga para execução da fixação (“encunhamento”) das paredes etc. Após lavagem da base, devem ser inicialmente assentados os chamados “blocos-chave”, ou seja, aqueles localizados nas extremidades dos

panos, nos encontros entre paredes, em shafts ou cantos de paredes, nas laterais de vãos de portas e outros que identifiquem singularidades (Código de Práticas, 2009).

Figura 8 - Assentamento da Alvenaria de Blocos Cerâmicos



Fonte: <http://vedacao.blogspot.com/2013/02/>

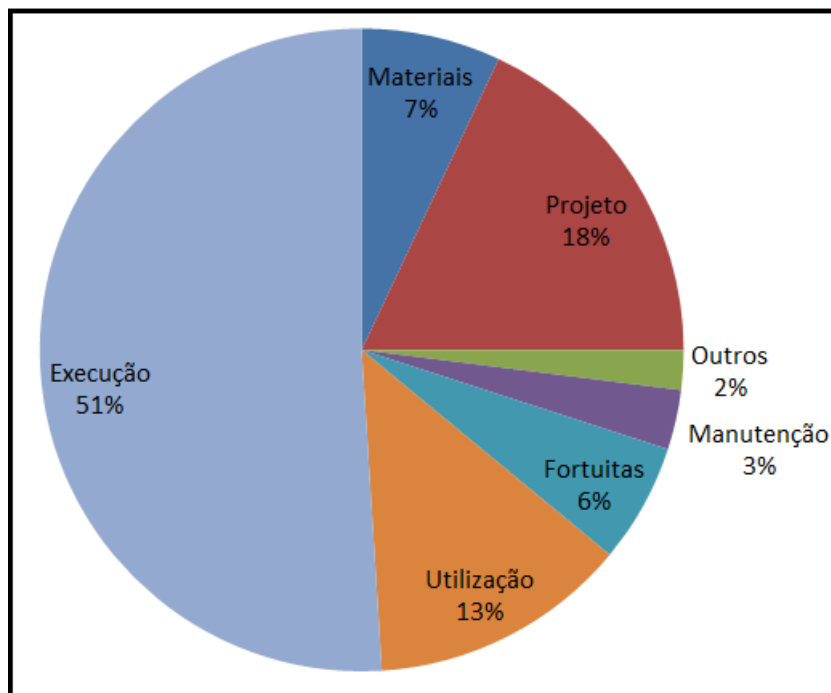
É importante ressaltar que após subir todas as fiadas, deverá ser feito o rejunte da alvenaria preenchendo os vãos restantes entre os blocos com argamassa retirando todo o excesso de argamassa com colher de pedreiro.

2.2.2.6 Manifestações Patológicas em Alvenaria Estrutural

Patologia, de acordo com os dicionários, é a parte da Medicina que estuda as doenças. As edificações também podem apresentar defeitos comparáveis a doenças: rachaduras, manchas, deslocamentos, deformações, rupturas, etc. Por isso convencionou-se chamar de Patologias das Edificações ao estudo sistemático desses defeitos (VERÇOZA, 1991).

Muitas são as possíveis causas das patologias encontradas nas edificações. Mas de modo geral, podemos atribuí-las a falhas de projeto, de execução ou de falta de manutenção. Conforme Lima (2012), para a detecção de uma manifestação patológica e (ou) sugestão de uma solução de manutenção; dividem-se as etapas de construção de um edifício da seguinte maneira: planejamento, projeto, materiais, execução e utilização, podendo surgir manifestações patológicas como consequência de falhas em qualquer uma dessas etapas. Podemos ver na figura 9 as principais causas de patologia em alvenaria estrutural no Brasil.

Figura 9 - Gráfico com as principais origens de patologias no Brasil



Fonte: Silva e Jonov (2011). (Adaptado)

Segundo Manzione (2004), as principais patologias são:

- Cantos de aberturas (vãos): há um acúmulo de tensões nas quinas, se não forem executadas vergas e contravergas para combatê-las, surgirão trincas a 45°.
- Retração por secagem: ocorre em painéis de alvenaria muito longos, sendo recomendada a execução de juntas de controle, pré-definidas em projeto.
- Interface na transição: as deformações das estruturas de transição implicam que a alvenaria trabalhe pelo efeito de arco, resultando em fissuras se os esforços não forem calculados para tal.
- Fissuras por cargas concentradas: quando existem peças de concreto armado, como vigas apoiadas sobre as alvenarias, deve-se prever coxins de apoio para redistribuição de tensões.
- Fissuras por juntas a prumo: podem surgir fissuras sempre que ocorrerem juntas a prumo, estas juntas devem ser eliminadas em projeto, daí surge a importância da modulação e utilização dos blocos especiais. A elevação das paredes deve ser constantemente fiscalizada para que juntas a prumo não ocorram.

– Fissuras por grampeamento de alvenarias: são fissuras verticais que ocorrem nos encontros de paredes amarradas através de grampos. Embora muito utilizados não são recomendados.

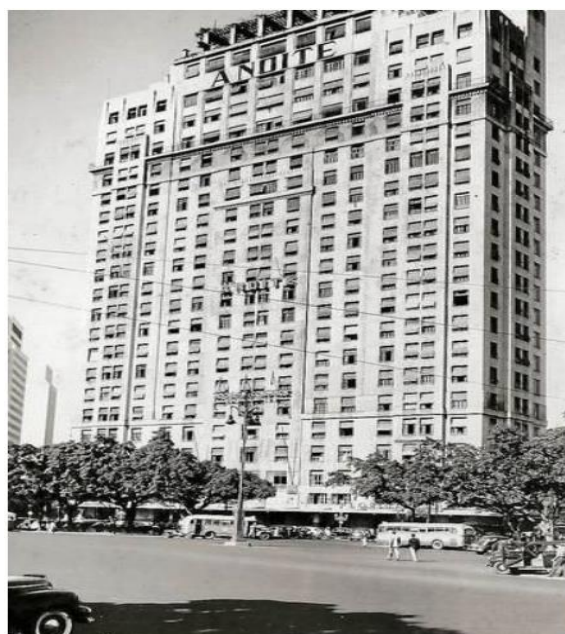
– Fissuras na interface alvenaria e borda de laje: esta fissura surge pela ausência de tratamento adequado desta região, que deverá ser revestida com aplicação de tela galvanizada, em especial no primeiro e último pavimentos. Recomenda-se ainda a execução de junta horizontal para indução da trinca.

2.3 CONCRETO ARMADO

2.3.1 Início do Concreto Armado no Brasil

O uso do concreto armado no Brasil se desenvolveu no início do século XX. No Rio de Janeiro foi construída uma ponte com 9 metros de comprimento no ano de 1908. O edifício A Noite com seus 22 andares, construído no ano de 1928 obteve por muitos anos o título de prédio mais alto do mundo utilizando concreto armado, este também situado na cidade de Rio de Janeiro. Entre os anos de 1955 e 1960, estruturas extremamente esbeltas e complexas foram construídas na capital do Brasil por autoria dos arquitetos Oscar Niemeyer e Lúcio Costa e do engenheiro Joaquim Cardoso, estas tiveram grande importância para o desenvolvimento mundial do concreto armado (CLÍMACO, 2008).

Figura 10 - Edifício A Noite

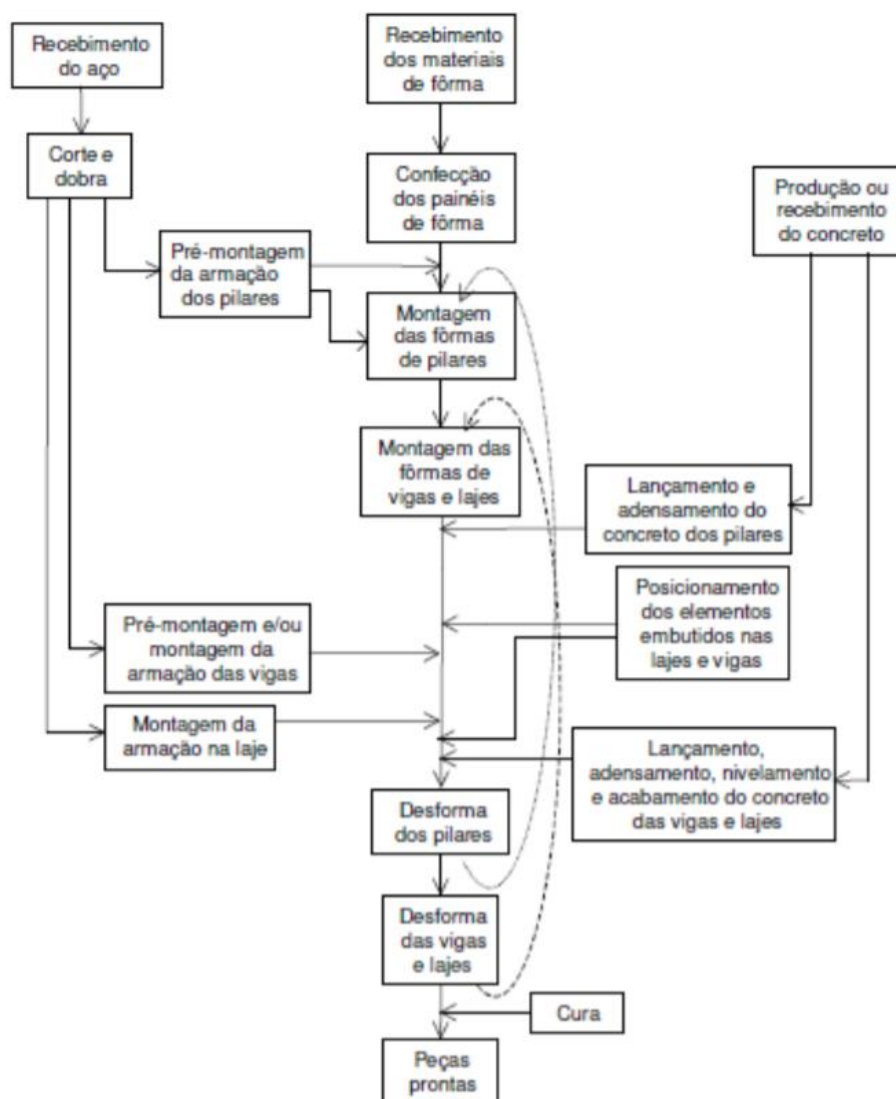


Fonte: <https://diariodorio.com/histria-do-edificio-a-noite>

Fatores como a ótima compatibilidade do aço e do concreto, a alta resistência do concreto a esforços de compressão, a alta resistência do aço a esforços de tração, a possibilidade de obtenção de estruturas monolíticas e hiperestáticas e a fatores como adaptação a qualquer tipo de forma, facilidade de execução, resistência a efeitos térmicos, atmosféricos e a desgastes mecânicos e principalmente economia frente as outras opções, fazem com que o concreto armado seja utilizado em larga escala nas construções brasileiras.

A figura 11 mostra um esquema genérico elaborado por Freire (2001), que representa a produção de estruturas de concreto armado, a partir dos serviços que a compõem.

Figura 11 - Esquema genérico da produção de elementos de concreto armado



Fonte: FREIRE (2001)

O sistema construtivo parede de concreto moldada no local apresenta algumas características peculiares, a parede tem função de vedação e estrutural, as instalações elétricas, hidráulicas são preliminarmente montadas e embutidas na parede. É um método construtivo racionalizado, que oferece economia, produtividade e qualidade.

2.3.2 Características

O sistema construtivo parede de concreto é um método que utiliza formas que são montadas no local da obra e depois preenchidas com concreto, já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. A principal característica do sistema é que a vedação e estrutura constituem um único elemento (Figura 2.1) (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

A união do concreto e do aço concede a resistência necessária para resistir aos esforços de compressão e tração nos elementos estruturais. O aço tem por característica possuir grande resistência à tração e o concreto a esforços de compressão, ambos atuam de forma conjunta por possuírem coeficientes de dilatação semelhantes, resistindo aos esforços que lhe forem aplicados (CLÍMACO, 2008).

Concreto é um material de construção resultante da mistura de um aglomerante cimento, com agregado miúdo, agregado graúdo e água em proporções especificadas. A função dos agregados é dar ao conjunto resistência aos esforços e ao desgaste, além de redução no custo e redução na construção. A propriedade acentuada do concreto é sua alta resistência aos esforços de compressão ligada a uma baixa resistência a tração.

Pelo fato de o concreto simples ter baixa resistência a tração, utiliza-se barras de aço, com perfeita aderência entre os dois materiais, de tal maneira que resistam ambos solidariamente aos esforços a que forem submetidos. Outra característica do concreto é que ele é um material plástico, moldável, o qual pode ser empregado de diversas maneiras (SOUZA JUNIOR, 2006).

O Cimento Portland, ao ser misturado com a água, forma uma mistura fluida, que varia com a quantidade de água adicionada. Esta mistura ao entrar em contato com agregados de diferentes tamanhos pode ser moldada em diversos tipos de formas nas suas primeiras horas. Com o passar do tempo a

mistura tende a endurecer devido à reação entre a água e o cimento. É possível adicionar fibras e aditivos para obter um melhor desempenho do elemento estrutural. A proporção dos materiais empregados na mistura é obtida pela tecnologia do concreto, com intuito de adquirir propriedades mecânicas, físicas, durabilidade e trabalhabilidade (ISAIA, 2007). Segundo Botelho e Marchetti (2007), aumentando o volume de água na mistura do concreto se ganha trabalhabilidade, o que facilita o manuseio e adensamento no momento de concretagem, porém a resistência e durabilidade são afetadas. Por este motivo a relação água/cimento deve ser levada em conta no momento da mistura.

O sistema é recomendado para empreendimentos que têm alta repetitividade e podem ser utilizadas em obras de pequeno, médio e alto padrão, devido a sua grande versatilidade. O que define a escolha é uma criteriosa análise de custos, que leve em consideração todos os fatores tais como mão-de-obra e tempo de construção com seus encargos. O mesmo é totalmente sistematizado, pois é baseado inteiramente em conceitos de industrialização de materiais e equipamentos, mecanização, modulação, controle tecnológico e multifuncionalidade. Por esses fatos a obra se transforma em uma linha de montagem.

2.3.3 Elementos Estrutura de Concreto Armado

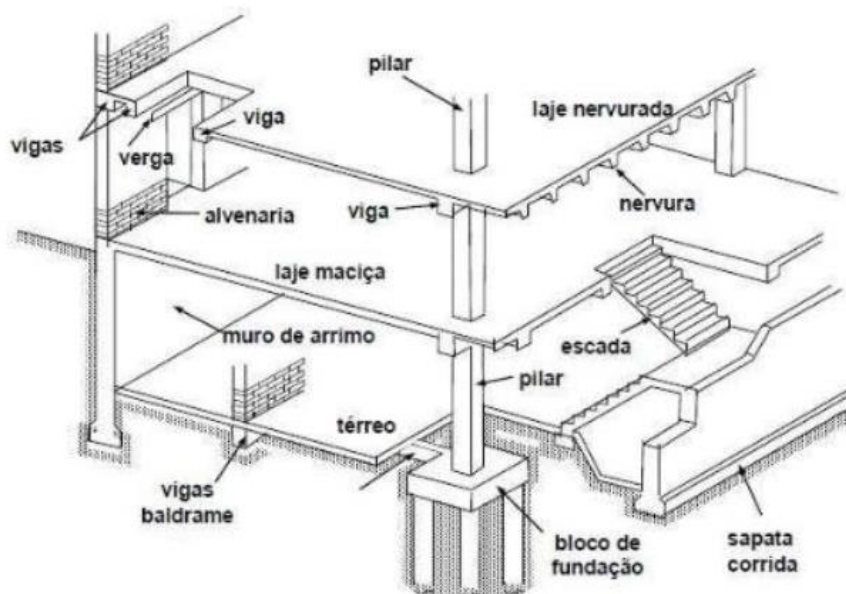
De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2007) e Graziano (2005), estão apresentadas os elementos básicos das estruturas de concreto armado.

- Pilares – São elementos estruturais de maior importância nas estruturas, seus principais esforços nominais sofridos são os de compressão, são elementos de eixo reto, armados na vertical e tem a responsabilidade de apoiar às vigas e lajes transmitindo as cargas atuantes até as fundações.
- Vigas – São elementos lineares essencialmente preparados na horizontal, tem a função de vencer vãos e transmitir as ações nelas atuantes para os pilares em geral, seu esforço predominante é o de flexão.
- Lajes – Existem alguns tipos mais comuns de lajes: maciça apoiada nas bordas, nervurada, lisa e cogumelo. São sujeitas principalmente a ações normais a seu plano, as lajes podem ser

apoiadas nas paredes ou nas vigas, em outras circunstâncias, ela pode ser apoiada sobre pilares.

Como as estruturas de alvenaria estrutural possuem seus processos de execução as estruturas de concreto armado convencional também possuem os seus. A figura 12 representa o sistema construtivo e seus elementos básicos.

Figura 12 - Elementos estrutura de Concreto Armado



Fonte: manualdoarquiteto.com.br

2.3.4 Formas

São estruturas provisórias com o objetivo de moldar o concreto fresco. Elas têm que resistir a todas as pressões do lançamento do concreto até que adquira resistência suficiente para a desforma. O projeto de forma deve abordar o detalhamento dos seguintes itens: Posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, peças de travamento e prumo, escoramento e sequência de montagem e desmontagem (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Para Freire (2001) ainda cabem outras atribuições, como:

- Servir de suporte para o posicionamento da armação, permitindo a colocação de espaçadores para garantir os cobrimentos;
- Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;

- Servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem, devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio;
- Limitar a perda de água do concreto, facilitando a cura.

A Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC) (2012) afirma que escolha adequada do tipo de fôrma é o fator determinante na potencialização da produtividade e economia. Alguns aspectos devem ser considerados para definir o tipo de fôrma, alguns fatores são relevantes tais como:

- Produtividade da mão de obra na operacionalização do conjunto;
- Peso por m² dos painéis;
- Número de peças do sistema;
- Durabilidade das chapas e número de reutilizações;
- Durabilidade da estrutura (quadros);
- Modulação dos painéis;
- Flexibilidade diante das opções do projeto;
- Adequação quanto à fixação de embutidos;
- Análise econômica e comercialização (locação venda e leasing);
- Suporte técnico do vendedor (capacidade instalada, área de cobertura, agilidade de atendimento, oferta de treinamento e assistência técnica).

Os principais materiais empregados nos sistemas de fôrmas são: madeira, alumínio e plástico. Em termos de custo o sistema de fôrmas tem significativa relevância. Na composição de custos das estruturas de concreto armado de edificação de múltiplos pavimentos, varia de 30 a 60%, demonstrando sua importância na execução da estrutura (FREIRE 2001).

A montagem do sistema de formas para paredes de concreto armado moldadas in loco deve seguir a sequência do projeto original do fornecedor, mas geralmente, a maioria das formas para este sistema segue a seguinte sequência:

- 1) Nivelamento da laje de piso.
- 2) Marcação de linhas de paredes no piso de apoio
- 3) Montagem das armaduras e redes hidráulica e elétrica

- 4) Montagem dos painéis
- 5) Colocação de ancoragens: fechamento das fôrmas de paredes

Figura 13 - Exemplo de montagem de formas e armaduras



Fonte: Precise Forms (2012)

Na desmontagem, os painéis devem ser posicionados ao lado da próxima habitação a ser executada. Após o sistema ser desmontado, a fôrma deve ser limpa para a reutilização, o material tem de ser escovado para que todo o resíduo de argamassa seja eliminado do molde, possibilitando a aplicação de um desmoldante. Uma atenção especial deve ser dada ao desmoldante escolhido. O produto precisa ser adequado a cada superfície, evitando-se que o concreto grude na fôrma e não deixe resíduos na superfície das paredes, o que comprometeria a aderência do revestimento final (ABCP, 2007).

2.3.5 Vantagens do Sistema

Algumas das vantagens na utilização do concreto armado são:

- Materiais - por ser um sistema convencional há economia nas construções pela possibilidade de obtenção de materiais nas proximidades da obra.
- Mão de obra- as técnicas de execução possui um maior domínio em todo o país, dessa maneira proporciona uma grande disponibilidade no mercado.
- Rapidez na construção - através do uso de peças pré-moldadas, estruturais ou não, e de tecnologias avançadas para a execução

de formas e escoramentos, o processo construtivo ganha agilidade na execução.

- Resistência - com a idade a resistência do concreto aumenta, representando uma elevada resistência aos choques, vibrações, altas temperaturas e diversas maneiras de solicitações na estrutura.
- Arquitetura - pelo fato desse sistema obter uma boa trabalhabilidade, faz com tenha várias formas, podendo, assim, adaptarem-se a diversos modelos estruturais, possibilitando uma arquitetura mais arrojada com a execução de vãos, arcos, balanços, marquises entre outras. Há maior facilidade na personalização dos projetos arquitetônicos, pois não é necessária a modulação em função dos blocos estruturais.

De acordo com Comunidade da Construção (2012) entre as principais vantagens do sistema estão:

- Velocidade de execução;
- Garantia de cumprimento de prazos;
- Industrialização do processo;
- Maior controle de qualidade;
- Qualificação da mão de obra;
- Eliminação do chapisco e reboco;
- Resistência ao fogo;
- Abertura exata de vãos;
- Conforto térmico e acústico, graças ao concreto celular ou autoadensável;

De acordo com Soares (2018) se você tem apartamentos maiores, conseqüentemente, existem vãos maiores, salas maiores, quartos maiores, e isso inviabiliza a utilização da alvenaria estrutural e torna mais indicado o uso do concreto armado.

Dinis (2018) avaliou o sistema concreto armado como sendo bem mais complexo e exigindo mão de obra qualificada, a mobilização de equipamentos, mas é sempre mais viável tecnicamente, seja qual for a complexidade

arquitetônica, o que representa uma vantagem relativamente às obras em alvenaria estrutural.

2.3.6 Desvantagens do Sistema

Com referência aos pontos negativos, podem ser citados diferentes tipos de patologias e problemas ocorridos em obra. Os pontos mais críticos e de maior ênfase econômica, são:

- Fissuração inerente à baixa resistência a tração - a tendência à fissuração se inicia na moldagem das peças, pela retração do concreto, característica intrínseca à sua composição, e persiste durante toda vida útil da estrutura, pelas condições ambientais e de utilização, movimentação térmica, etc.
- Formas de madeira e escoramentos - como as normas técnicas exigem um determinado prazo mínimo para a retirada do escoramento e das formas dos componentes estruturais, o tempo e a quantidade de material utilizado, faz com que esse sistema tenha desvantagens em relação a alvenaria estrutural, aumentando seu custo final consideravelmente.
- Concreto – como o concreto é um material inerte ao ambiente, quando exposto sofre uma agressividade dos agentes externos, fazendo com que ocorram corrosão e oxidação na armadura, por isso deve ser considerada uma determinada espessura de cobrimento em concreto, protegendo a armadura e evitando possíveis patologias.
- Armadura – quando dimensionado uma estrutura em concreto armado, é primeiramente considerado o peso próprio dos seus componentes estruturais, quando a existência de armaduras é trabalhada em grande quantidade acarreta um peso próprio muito grande, limitando seu uso, em determinadas situações, ou elevando bastante seu custo.
- Concreto Armado – para execução das estruturas de concreto armado é exigido uma mão-de-obra muito especializada onde

abrange vários profissionais de áreas diferentes como: pedreiro, carpinteiro, eletricista, encanador, armador, apontador, além de serventes. O peso próprio é de 2.500kgf/m^3 , podendo ser menor quando substituída a brita comum, por agregados leves, chegando em torno de 1.600 kgf/m^3 , podendo assim obter estruturas mais leves, mas apresentando desvantagens no custo e também na durabilidade do material pelo fato de sua porosidade.

Da mesma forma, Casas e Projetos (2012) expõe algumas desvantagens:

- O conjunto de formas é pré-determinado de acordo com o projeto arquitetônico, não possibilitando eventuais modificações;
- A viabilidade se dá apenas na produção repetitiva e em grande escala;
- Alto custo das formas pode inviabilizar o processo;
- Dificuldade na realização de ampliação e reformas.

2.3.7 Materiais Constituintes

Concreto Armado é um material de construção resultante da união do concreto simples e de barras de aço, envolvidas pelo concreto, com perfeita aderência entre os dois materiais, de tal maneira que resistam ambos solidariamente aos esforços a que forem submetidos.

O concreto é um material composto, constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita), e ar. Pode também conter adições (cinza volante, pozolanas, sílica ativa, etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas.

Esquemáticamente pode-se indicar que a pasta é o cimento misturado com a água, a argamassa é a pasta misturada com a areia, e o concreto é a argamassa misturada com a pedra ou brita, também chamado concreto simples (concreto sem armaduras).

A Figura 14 mostra fotografias do cimento, dos agregados miúdo e graúdo, da pasta de cimento, da argamassa que compõe o concreto e do concreto.

Figura 14 - Componentes do concreto armado



Fonte: Bastos (2006) (Adaptado)

A maioria dos defeitos nas obras de concreto armado está relacionada à qualidade dos materiais utilizados, no uso inadequado ou ao ambiente que será exposto, para um bom desempenho do sistema construtivo é necessário avaliar estes requisitos antes de iniciar a execução da obra. O aparecimento das patologias do concreto armado pode ter relação com a patologia dos seus componentes, ou com o mau emprego dos mesmos. É importante, levar em consideração todos os defeitos produzidos no concreto, para que não reflita em suas resistências mecânicas, em sua estabilidade dimensional e, especialmente, em sua durabilidade (VILASBOAS, 2004).

Na sequência apresenta-se uma descrição simplificada dos elementos constituintes do concreto armado.

a) Cimento

O Cimento Portland, tal como hoje mundialmente conhecido, foi descoberto na Inglaterra por volta do ano de 1824, e a produção industrial foi iniciada após o ano de 1850.

O Cimento Portland é um pó muito fino com propriedades aglomerantes, ligantes e aglutinantes que ao misturar com a água formam um material sólido enrijecido. É o principal elemento do concreto e responsável pela transformação da mistura de materiais que compõem o concreto no produto final, ele é obtido na moagem do clínquer, que tem como matéria-prima básica o calcário e a argila. (BASTOS, 2006).

O cimento é composto de clínquer e de adições, sendo o clínquer seu principal componente, presente em todos os tipos de cimento. O clínquer tem como matérias primas básicas o calcário e a argila. Para a fabricação, a rocha calcária inicialmente britada e moída é misturada com argila moída. A mistura é submetida a um calor intenso de até 1.450°C e então bruscamente resfriada, formando pelotas - o clínquer. Após moagem o clínquer transforma-se em pó. A propriedade básica do clínquer é ser um ligante hidráulico, que endurece em contato com a água (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

Os tipos de cimento que existem no Brasil diferem em função da sua composição, como o cimento portland comum, o composto, o de alto-forno, o pozolânico, o de alta resistência inicial, o resistente a sulfatos, o branco e o de baixo calor de hidratação. Dentre os diferentes tipos de cimento listados na tabela 1, os de uso mais comuns nas construções são o CII E-32, o CII F- 32 e o CIII-40. O cimento CPV-ARI é também muito utilizado em fábricas de estruturas pré-moldadas. A figura 15, lista os tipos de cimentos disponíveis para trabalho no Brasil.

Figura 15 - Tabela de tipos de cimento fabricados no Brasil

Nome técnico		Identificação do tipo e classe
Cimento portland comum	Cimento portland comum	CP I-25 CP I-32 CP I-40
	Cimento portland comum com adição	CP I-S-25 CP I-S-32 CP I-S-40
Cimento portland composto	Cimento portland composto com escória	CP II-E-25 CP II-E-32 CP II-E-40
	Cimento portland composto com pozolana	CP II-Z-25 CP II-Z-32 CP II-Z-40
	Cimento portland composto com filer	CP II-F-25 CP II-F-32 CP II-F-40
Cimento portland de alto-forno		CP III-25 CP III-32 CP III-40
Cimento portland pozolânico		CP IV-25 CP IV-32
Cimento portland de alta resistência inicial		CP V-ARI
Cimento portland resistente a sulfatos		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo RS. Exemplo: CP I-32RS, CP II-F-32RS, CP III-40RS, etc.
Cimento portland de baixo calor de hidratação		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo BC. Exemplo: CP I-32BC, CP II-F-32BC, CP III-40BC, etc.
Cimento portland branco	Cimento portland branco estrutural	CPB-25 CPB-32 CPB-40
	Cimento portland branco não estrutural	CPB
Cimento para poços petrolíferos		CPP - classe G

Fonte: ABCP (2002)

Especial atenção deve ser dada ao armazenamento do cimento visando, principalmente, evitar que a umidade venha a deteriorá-lo.

O armazenamento do cimento deve ser adequado, garantindo assim a conservação de sua boa qualidade e evitar possíveis alterações em suas propriedades que possam ocasionar problemas (VILASBOAS, 2004).

A NBR 6118 (ABNT, 2014) no item 8.1.1.3, faz as seguintes recomendações quanto ao armazenamento do cimento:

- Local protegido da ação das intempéries, da umidade e de outros agentes nocivos (barracões cobertos, fechados lateralmente, assoalho de madeira afastado do chão e as pilhas de sacos de cimento afastadas das paredes);

- Pilhas no máximo com 10 sacos, podendo atingir 15 sacos se o tempo de armazenagem for no máximo de 15 dias;
- Não misturar lotes recebidos em épocas diferentes;
- Consumo na ordem cronológica de recebimento.

b) Agregados

A NBR 9935 define agregado como “material granular pétreo, sem forma ou volume definido, a maioria das vezes quimicamente inerte, obtido por fragmentação natural ou artificial, com dimensões e propriedades adequadas a serem empregados em obras de engenharia”.

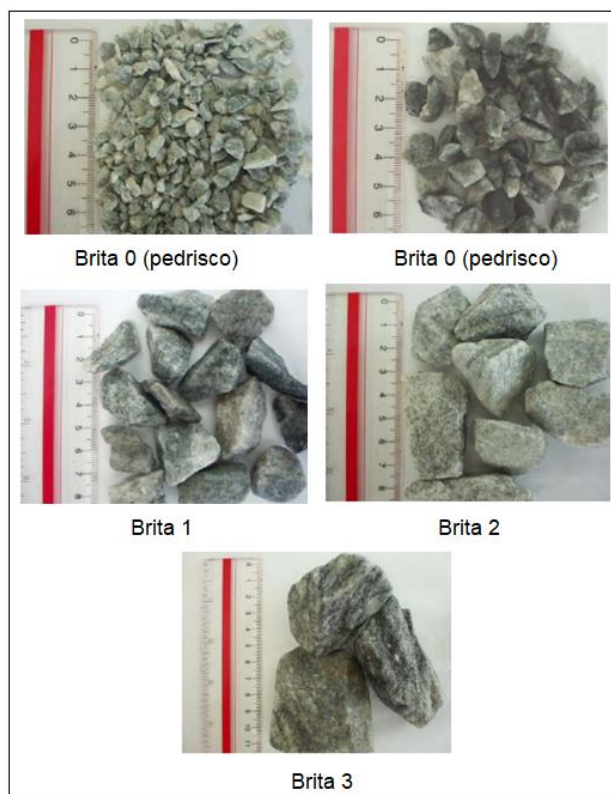
Os agregados formam cerca de 70 % da composição do concreto e são considerados o material mais barato, são classificados quanto à origem em naturais e artificiais. Os de origem natural são aqueles encontrados na natureza, como areia de rios e pedregulhos, já os de origem artificial são os que passaram por algum processo para obter as características finais, como as pedras britadas originadas da trituração mecânica das rochas.

Segundo o tamanho, os agregados são classificados em graúdos e miúdos. Agregado miúdo é a areia natural quartzosa, ou a artificial resultante do britamento de rochas estáveis, de diâmetros máximos igual ou inferior a 4,8 mm. Agregado graúdo é o pedregulho natural, ou a pedra britada, de diâmetros máximos superiores a 4,8 mm.

Os agregados graúdos (britas) têm a seguinte numeração e dimensões máximas:

- Brita 0 – 4,8 a 9,5 mm;
- Brita 1 – 9,5 a 19 mm;
- Brita 2 – 19 a 38 mm;
- Brita 3 – 38 a 76 mm;
- Pedra-de-mão - > 76 mm

Figura 16 - Agregados graúdos artificiais



Fonte: <http://mbvmineracao.com.br/> Acesso 13/03/2019 (adaptado)

As britas são os agregados graúdos mais usados no Brasil, com uso superior a 50 % do consumo total de agregado graúdo nos concretos (MEHTA & MONTEIRO, 1994). No passado era comum a mistura de britas 1 e 2 para a confecção de concretos, porém, hoje no Brasil, a grande maioria dos concretos feitos para as obras correntes utiliza apenas a brita 1 na sua confecção.

Os agregados podem também ser classificados em leves, normais e pesados. As britas normais são geralmente obtidas pela trituração de rochas, como basalto, gnaisse e granito.

As características dos agregados são de extrema importância para a tecnologia e um bom desempenho do concreto, elas derivam-se da composição mineralógica da rocha matriz, entre essas características incluem a porosidade, composição granulométrica, absorção de água, forma, textura, resistência e módulo de elasticidade. A massa específica, composição granulométrica e teor de umidade determinam as propriedades dos concretos no estado fresco. Existem partículas consideradas não sãs, que interferem na resistência e na aderência à pasta de cimento, neste caso, a ocorrência de materiais moles como

torrões de argila, matéria orgânica, madeira e carvão diminuem a eficiência do material e são consideradas substâncias prejudiciais (VILASBOAS, 2004).

Para a dosagem de concretos, especial atenção deve ser dada a umidade nos agregados, o que exigirá uma correção das proporções da mistura (diminuição da quantidade de água a ser adicionada e acréscimo da massa do agregado de igual valor).

No caso da areia aparece outro efeito: o “inchamento”. É o aumento de volume causado pelas películas de água que tendem a afastar as partículas de areia. Valores de umidade em torno de 3% chegam a produzir na areia, inchamento da ordem de 30%. A determinação do inchamento de agregados miúdos é feita pelo método descrito na NBR 6467 (ABNT, 2006).

c) Água

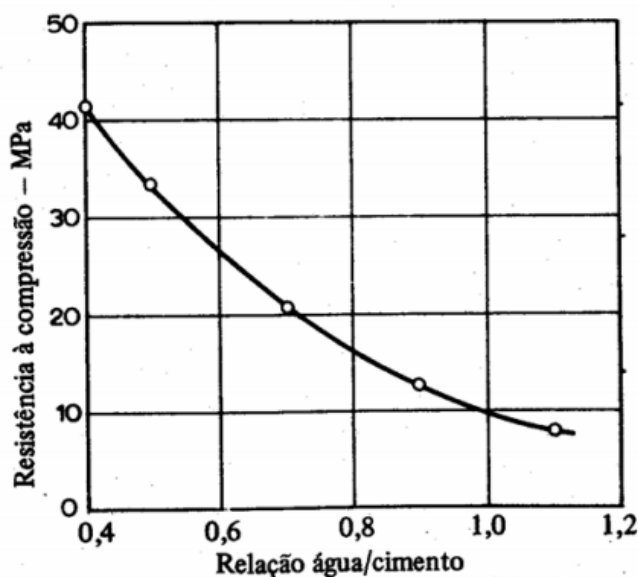
A água é necessária no concreto para possibilitar as reações químicas do cimento, chamadas reações de hidratação, que irão garantir as propriedades de resistência e durabilidade do concreto. Tem também a função de lubrificar as demais partículas para proporcionar o manuseio do concreto. Normalmente a água potável é a indicada para a confecção dos concretos.

O item 8.1.3 da NB 1 / NBR 6118 especifica os teores máximos toleráveis de substâncias nocivas para a água. A água do mar não é recomendada. Pode levar a resistências iniciais mais elevadas que os concretos normais, mas as resistências finais são sempre menores, além da possibilidade de corrosão da armadura. As águas minerais também não são recomendadas. Na prática, quase todas as águas naturais são utilizáveis. Os maiores defeitos provenientes da água têm maior relação com o excesso de água empregada do que propriamente com os elementos que ela possa conter.

A presença de substâncias acima do recomendado e impurezas, podem acarretar patologias no concreto armado, como corrosões das armaduras, manchas, eflorescência superficiais, interferência na pega do concreto e na resistência (VILASBOAS, 2004).

A quantidade de água utilizada na mistura, define o que se chama de fator água/cimento (figura 16), que influencia diretamente na resistência final do concreto.

Figura 17 - Decréscimo da resistência à compressão com o aumento do fator água/cimento.



Fonte: SOUZA e RIPPER (1998).

Atualmente, pesquisadores e tecnólogos do concreto, afirmam que todas propriedades do concreto melhoram com a redução da água aplicada (desde que a massa continue plástica e trabalhável). Deve-se, portanto, procurar-se refrear a tendência na obra, de se fazer um concreto muito fluido para facilitar os trabalhos de concretagem.

A relação entre o peso da água e o peso do cimento é chamada “fator água/cimento”. Considerando-se apenas a água quimicamente necessária à hidratação do cimento, seria suficiente um fator água-cimento da ordem de 0,28.

A trabalhabilidade do concreto exige, entretanto, fatores água-cimento muitos maiores, usualmente entre 0,45 a 0,65.

A influência da água na alteração das propriedades do concreto acontece através das substâncias nela dissolvidas ou em suspensão (argila, silte). Nestes casos, se a quantidade for elevada, poderá acontecer o impedimento da cristalização dos produtos da reação do cimento com a água, com a conseqüente perda de coesão do produto (SOUZA e RIPPER, 1998).

d) Aditivos

Aditivos são produtos que, adicionados ao concreto e argamassas de cimento Portland ou aglomerantes compatíveis, facilitam a sua utilização, modificam e/ou melhoram algumas de suas propriedades. Os aditivos são

empregados na produção de concretos, argamassas e artefatos de cimento, adequando-os à tecnologia de aplicação e melhorando seu desempenho mecânico e de resistências às solicitações físicas e químicas, tornando-os mais econômicos e duráveis. Para tanto, os aditivos deverão ser convenientemente selecionados, testados e dosados NBR-11768 (ABNT, 2011).

Alves (1977, p. 55) argumenta: “O aditivo não tem por função corrigir as deficiências que porventura um concreto tenha, como um mal proporcionamento, um mal adensamento e, de um modo geral, uma má fabricação do concreto.”

A classificação dos aditivos pode ser baseada nas suas causas e efeitos: aditivos destinados a melhorar a trabalhabilidade do concreto (plastificantes redutores, incorporadores de ar e dispersantes ou fluidificantes); modificadores das resistências mecânicas (reduzores plastificantes); modificadores das resistências do concreto a condições especiais de exposição (incorporadores de ar); modificadores de tempo de pega e endurecimento (retardadores e aceleradores); impermeabilizantes (repelentes a absorção capilar e redutores de permeabilidade); expansores (geradores de gás, estabilizadores de volume e geradores de espuma); adesivos; anticorrosivos, corantes, fungicidas, germicidas e inseticidas) (BAUER, 1998).

Bastos (2006) cita algumas normas gerais para o emprego de aditivos na confecção de concretos:

- I. Os aditivos devem ser evitados de serem utilizados, ou seja, procura-se obter um concreto com as propriedades desejadas sem o recurso do aditivo;
- II. Quando o aditivo for necessário, deverão ser empregados ensaios, para que não haja nenhuma incompatibilidade com os aglomerantes. Após, deve-se fazer um rigoroso controle na dosagem do aditivo.
- III. Os aditivos não devem ser utilizados para corrigir defeitos próprios do concreto, como má dosagem, má execução na obra ou seleção incorreta dos seus componentes;
- IV. Os aditivos devem ser conservados de modo adequado, para que não haja alterações de suas propriedades. Os aditivos em pó devem ser mantidos em lugares secos, a fim de ser evitado a formação de “torrões” por conta da umidade. Os aditivos líquidos,

devem ser protegidos do calor e agitados antes do uso, para evitar que as eventuais sedimentações ocorridas tirem sua uniformidade;

- V. Deve-se atentar para que se tenha uma mistura uniforme do aditivo em toda massa de concreto, para que seja garantido a homogeneidade;
- VI. O emprego de vários aditivos em um único traço de concreto pode ocasionar o aparecimento de efeitos patológicos, devido a uma possível incompatibilidade da mistura.

e) Armadura

Aço é todo produto siderúrgico, obtido por via líquida, com teor de carbono abaixo de 2 %. Os aços para construção têm, em geral 0,5 % ou menos de teor de carbono.

A obtenção do aço é feita através da mistura de minério de ferro, coque (retirado de carvão mineral), e fundentes (como as “cástinas” que são argilas calcárias, que funcionam também como corretor de Ph), que são sinterizados em um equipamento chamado alto-forno, sob temperaturas da ordem de 1500 °C (FREITAS, 2007).

Oliveira em 1992 afirmou que a função da armadura é de travamento, de combate à retração, de ajuda aos esforços de tração e de compressão. Elas também são usadas nas juntas das argamassas de assentamento e seu diâmetro mínimo deve ser 3,8mm.

Missuda e Misurilli (2009) explicam que armadura deve atender três requisitos básicos para as paredes de concreto armado moldadas no local:

- Resistir a esforços de flexotorção nas paredes;
- Controlar a retração do concreto;
- Estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás.

O aço possui a tensão de escoamento bem definida, e cada tipo é especificado com relação a esta propriedade. Denominam-se através das letras CA, seguindo do valor da tensão de escoamento medido em kgf/mm². Lembrando que o aço possui módulo de elasticidade único no valor de 210 GPa.

Quadro 3 - Especificação dos aços mais comuns

Especificação do Aço	Tensão de Escoamento (kgf/mm ²)	Tensão de Escoamento (Mpa)
CA-25	25	250
CA-50	50	500
CA-60	60	600

Fonte: Adaptado de FACHINI (2005)

Os aços estruturais para concreto armado, de fabricação nacional podem ser classificados em dois grupos principais (FREITAS, 2007):

- i. Aços de dureza natural laminados a quente: são os mais utilizados no concreto armado, como o CA-25 e CA-50, antigamente denominados aços tipo A. Os aços CA-50 apresentam mossas (saliências) que aumentam a aderência. Como eles são laminados a quente, não perdem suas propriedades de resistência quando aquecidos ao rubro e resfriados em seguida (condicionalmente até 1100°C a 1200°C). Com isso, podem ser soldados com eletrodos consumíveis comerciais, e não sofrem demasiadamente a ação de chamas moderadas, como no caso de incêndios.
- ii. Aços encruados a frio: aços obtidos por tratamentos a frio dos aços comuns, como os atuais CA-60, antigamente denominados aços tipo B. O aço é encruado a frio por torção combinada com tração. Havendo defeitos no material, ele rompe por ocasião do encruamento, o que torna o processo de fabricação um verdadeiro ensaio de detecção de defeitos.

f) Graute

O graute é um concreto que possui agregados de pequenas dimensões, e tem uma plasticidade relevante para preencher os vazios dos blocos. Sua principal finalidade é a consolidação entre os blocos e a armadura existente em seu interior, para que ambos trabalhem monoliticamente, assim aumentando a área resistente (OLIVEIRA, 1992)

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), o graute se trata de um concreto com agregados de pequena dimensão e relativamente fluido, é utilizado para o preenchimento de vazios dos blocos quando se tem a necessidade de aumentar a capacidade portante da alvenaria à compressão. O graute também é utilizado para o preenchimento de vazios dos blocos e canaletas. Para formar uma estrutura monolítica o graute deve envolver completamente a armadura e promover uma aderência tanto a ela como ao bloco.

2.3.8 Execução

a) Fundação

“Fundações são os elementos estruturais destinados a transferir ao terreno as cargas de uma estrutura” (AZEVEDO, 1997, p. 29). São, portanto, o meio de ligação entre a superestrutura e o solo. Sendo assim, estas devem resistir adequadamente as tensões causadas pelos esforços solicitantes. Além disso, o solo necessita de resistência e rigidez apropriadas para não sofrer ruptura e não apresentar deformações exageradas ou diferenciais (MELHADO et al, 2002).

Melhado et al (2002) enfatizam que para a escolha da fundação mais adequada, deve-se conhecer os esforços atuantes sobre a edificação, as características geotécnicas do solo, bem como dos elementos estruturais que formam as fundações. “Analisa-se então, a possibilidade de utilizar os vários tipos disponíveis no mercado, em ordem crescente de complexidade e custos” (WOLLE, 1993 apud MELHADO et al, 2002, p. 1).

O tipo de fundação escolhida deve garantir a segurança, estabilidade e durabilidade da edificação. Independente da opção escolhida, ela deve ser executada com um nivelamento rigoroso, garantindo assim uma correta montagem do sistema de fôrmas. É recomendada a construção de uma laje/piso na cota do terreno para que sirva de apoio ao sistema de fôrmas e elimine a possibilidade de se trabalhar em terreno bruto. A laje/piso deve ser construída excedendo as dimensões iguais à espessura dos painéis externos das fôrmas facilitando a montagem. Se a escolha da fundação for o radier, a construção da calçada externa junto com a laje de fundação traz velocidade e facilidade no apoio dos painéis (MUSSUDA ; MISURELLI, 2009).

Velloso; Lopes (2004, p. 13) destacam que os elementos necessários para o desenvolvimento de um projeto de fundações são:

- I. Topografia da área.
- II. Dados geológicos-geotécnicos.
- III. Dados da estrutura a construir.
- IV. Dados das construções vizinhas

b) Armação e Modelagem

Nas estruturas de concreto armado o aço tem a função de resistir aos esforços de tração e cisalhamento, além de aumentar a capacidade resistente dos elementos estruturais submetidos a compressão. RICHARDSON (1987) apud FACHINI (2005).

A armação adotada no sistema parede de concreto varia de acordo com as dimensões e as cargas atuantes na edificação. Em habitações populares usualmente é utilizado treliça em pontos estratégicos detalhados no projeto estrutural. Janelas e portas recebem reforços com treliças ou com armadura convencional.

Independentemente do tipo de aço que está sendo utilizado ou da seção da barra que será utilizada, deve-se sempre tomar cuidados nas etapas de compra, recebimento, estocagem e processamento das armaduras. O aço pode ser fornecido em barras ou fios de aproximadamente 12m, são os chamados vergalhões, ou em rolos para bitolas até 12,5mm, ou podem ser pré-cortados ou pré-montados ou na forma de telas soldadas, com as dimensões já comentadas anteriormente. Em função do tipo de fornecimento de aço, definem-se o processamento necessário para tal.

Fachini (2005) apresenta no quadro 4 as etapas referentes ao serviço de armação.

Quadro 4 - Operações realizadas durante o processamento de armadura

ITEM	OPERAÇÕES
1	Corte das barras longitudinais e barras transversais
2	Dobra das barras longitudinais e transversais
3	Pré-montagem
4	Montagem final e conferência

Fonte: Adaptado de Fachini (2005).

Após a fixação da armadura inicia-se a passagem das tubulações hidráulica e gás, os eletrodutos, as caixas elétricas e os quadros de distribuição. A marcação desses pontos deve seguir rigorosamente os projetos específicos para haver um perfeito encaixe nos moldes. Os pontos devem estar perfeitamente fixados para evitar deslocamentos na concretagem.

Para garantir o correto posicionamento da armadura e a geometria na fixação dos painéis, é necessária a aplicação de espaçadores na armação, tubulações hidráulicas e eletrodutos a fim de garantir a cobertura mínima de concreto, evitando futuras fissuras e eventuais exposições da armadura.

A execução das passagens e dos embutidos no concreto pode ser dividida em quatro operações básicas segundo o quadro 5.

Quadro 5 - Operações para execução das passagens e embutidos na laje.

ITEM	OPERAÇÕES
1	Marcação de passagens hidrossanitárias, eletrodutos e caixas elétricas
2	Colocação das passagens hidrossanitárias
3	Distribuição dos eletrodutos
4	Colocação das caixas elétricas

Fonte: Adaptado de Fachini (2005)

Em sua maior parte, a mão de obra de execução das passagens e dos embutidos no concreto é realizada por encanadores e eletricitistas em seus momentos específicos.

c) Montagem das formas

Pode-se conceituar o sistema de fôrmas como sendo uma estrutura provisória, cuja função é a de manter o concreto plástico na geometria desejada e sustentá-lo até que atinja a resistência suficiente para suportar os esforços a que será submetido. [SOUZA et al. 2002].

- I. As principais funções do sistema de fôrmas segundo BARROS e MELHADO (2006) são:
- II. Dar forma ao concreto;
- III. Fazer a contenção do concreto fresco e sustentá-lo até que atinja resistência suficiente para se auto-sustentar;

- IV. Proporcionar à superfície do concreto a rugosidade requerida;
- V. Servir de suporte para o posicionamento da armação;
- VI. Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;
- VII. Servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem. Devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio, além das cargas de serviço como pessoas trabalhando e equipamentos
- VIII. Proteger o concreto novo contra choques mecânicos.

Pode-se dizer que o sistema de fôrmas é constituído pelos seguintes elementos: molde, cimbramento e acessórios.

O molde é a parte do sistema que dá forma à peça, entrando em contato com a superfície do concreto. Normalmente é composto por painéis, que podem ser estruturados ou não. Os painéis estruturados são os que possuem peças complementares para o enrijecimento fixadas permanentemente; já os não estruturados, não possuem nenhum elemento fixado permanentemente. (ARAÚJO et al. 2004).

O cimbramento é o conjunto de elementos que absorve ou transfere para um local seguro as cargas que atuam nas fôrmas. Pode ser dividido em quatro grupos:

- I. escoramentos: peças verticais sujeitas aos esforços de compressão;
 - II. ii) vigamento: peças horizontais sujeitas aos esforços de flexão originados pelos carregamentos verticais;
 - III. iii) travamento: peças horizontais ou verticais sujeitas aos esforços de tração e/ou flexão originados pelos carregamentos horizontais;
 - IV. iv) mãos-francesas: peças inclinadas para contenção horizontal.
- (ARAÚJO et al. 2004).

Os acessórios são peças que auxiliam o desempenho das outras.

As etapas de montagem do sistema de fôrmas são descritas à seguir, lembrando que inicialmente devem ser produzidos os componentes para execução da forma. O Quadro 6 indica as etapas de execução de formas.

Quadro 6 - Operações principais da execução de formas

ITEM	OPERAÇÕES
1	Locação ou transferência de eixos
2	Locação dos gachos de pilar a partir dos eixos
3	Retirada das grades e painéis dos pilares do pavimento anterior
4	Colocação das grades dos pilares
5	Colocação dos três painéis dos pilares
6	Montagem do quarto painel (após colocação da armadura)
7	Realização da conferência do prumo dos pilares montados
8	Desmoldagem do assoalho da laje e dos fundos e laterais das vigas
9	Lançamento do fundo das vigas (apoiando-se nos gachos ou escoras) e colocação dos painéis laterais das vigas
10	Lançamento do escoramento e assoalho da laje
11	Montagem das escadas (após desmoldagem da escada do pavimento anterior)
12	Realização das conferências de vigas, lajes e escadas.

Fonte: Adaptado de Fachini (2005).

d) Concretagem

A concretagem é a etapa fundamental para que a estrutura garanta a qualidade e eficiência exigidas no projeto estrutural. O concreto pode ser produzido no canteiro de obras ou dosado em centrais fornecido por meio de caminhão – betoneira. A dosagem em central resulta em um concreto com maior controle de qualidade dos agregados, precisão de volume e garantia de resistência.

A concretagem representa a última etapa do ciclo de execução da estrutura. Esta etapa necessita de uma boa gestão e um bom planejamento em

todos os fatores que interferem em sua execução, embora ela tenha uma duração inferior quando comparada a outros serviços da estrutura (FACHINI, 2005).

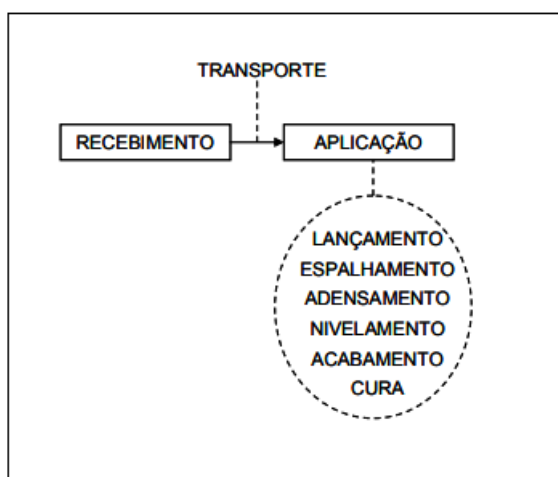
Figura 18 - Concretagem de paredes de residência com formas metálicas



Fonte: Precise Forms (2012)

O serviço de concretagem consiste em receber ou produzir o concreto, transportá-lo até o local de aplicação, lançá-lo nas fôrmas, espalhá-lo, adensá-lo, nivelá-lo, dar-lhe o acabamento necessário, para depois curá-lo. (FREIRE 2001). A Figura 19 apresenta um fluxograma esquemático com essas etapas.

Figura 19 - Esquema das etapas da concretagem



Fonte: Araújo *et al.* (2004)

A vida útil de uma estrutura de concreto depende da realização correta de sua execução e do controle tecnológico. O controle tecnológico consiste no

estudo da dosagem dos materiais constituintes e no controle do concreto produzido (FACHINI, 2005).

Como a maioria das empresas utiliza o concreto usinado, ou seja, o concreto já é entregue pronto na obra, não será descrito seu processo de produção.

A aplicação do concreto como ilustrado na figura 17 ser dividida nas atividades de lançamento, espalhamento, adensamento, nivelamento, acabamento e cura.

I. Lançamento

Após ser transportado até o local de aplicação, o concreto é lançado nas fôrmas. Esta operação pode ser feita com o próprio equipamento de transporte que, com o auxílio da mão-de-obra preenche o molde do elemento estrutural que está sendo concretado (Freire, 2001).

Segundo a NBR 14931(ABNT, 2004) em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto em alturas superiores a 2m para evitar a segregação do material e após o início da pega. O concreto deverá ser lançado logo após o amassamento, não sendo permitido, entre o fim deste e o lançamento, intervalo superior a uma hora, todavia, com o uso de aditivos retardadores de pega este prazo poderá ser aumentado.

Antes do lançamento é importante também ter alguns cuidados como:

- Molhar as fôrmas para evitar a absorção de água de amassamento;
- Antes de aplicar o concreto, observar a limpeza da armadura;
- Observar se todos os equipamentos necessários para as etapas seguintes do lançamento estão disponíveis;

O concreto lançado deve ser rastreado, ou seja, devem-se mapear as peças concretadas em função do volume aplicado, do número da nota fiscal e dos caminhões-betoneiras. Este procedimento é importante caso o concreto não atinja a resistência prevista. Desta forma, é possível identificar qual peça estrutural utilizou o concreto em questão.

II. Espalhamento

Segundo FREIRE (2001), devido à dificuldade de lançar uniformemente o concreto nas fôrmas, após o lançamento, é necessário espalhá-lo. Nessa etapa utilizam-se enxadas ou pás e não se tem o objetivo de nivelar o concreto, mas apenas distribuí-lo por todo o componente estrutural, preenchendo os locais de difícil acesso e facilitando a atividade de nivelamento.

III. Adensamento

Segundo Metha e Monteiro (1994), o adensamento ou consolidação é definido como o processo de moldagem do concreto fresco nas formas e tem por objetivo eliminar bolsões de espaços vazios e de ar retido. Essa operação pode ser realizada manualmente, por meio de socamento de haste; ou mecanicamente, por meio de vibradores, placas mecânicas, compactadores à percussão.

O adensamento, portanto, tem a função de retirar os vazios do concreto, diminuindo a sua porosidade e aumentando a resistência e a vida útil da estrutura. A Norma NBR 14931 (ABNT, 2004) diz que durante o adensamento devem ser tomados os cuidados necessários para que não se formem ninhos ou haja a segregação dos materiais. Deve-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência.

IV. Nivelamento

O concreto depois de adensado é nivelado superficialmente. Essa operação utiliza um sarrafo apoiado em mestras que estabelecem a espessura da laje; pode-se também utilizar taliscas, de aço, madeira ou argamassa, como referência de nível. Para que o nivelamento do concreto ocorra, é recomendável que a fôrma da laje esteja nivelada; isso facilita o posicionamento correto das mestras, especialmente daquelas com alturas fixas, mas, também, para os demais tipos; portanto, durante a concretagem, torna-se necessário conferir, pela parte de baixo, o nível da fôrma (FREIRE 2001).

V. Acabamento

Segundo FREIRE (2001), esta etapa tem a função de dar à superfície da laje a textura desejada. Entretanto, nem todas as obras chegam a executá-la, deixando a laje apenas sarrafeada.

VI. Cura

Segundo Petrucci (1987 apud FACHINI, 2005), dá-se o nome de cura ao conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, que rege a sua pega e seu endurecimento. Isso pode ser feito mantendo a superfície do concreto umedecida ou protegida com uma película de água e deve ser mantida durante pelo menos sete dias, segundo a NBR 6118 (ABNT 2003).

Os principais agentes deletérios no concreto em seu primeiro estágio são mudanças relacionadas ao ambiente externo, bem como: temperaturas com alternância rápida o que causaria secagem acelerada; chuvas com bastante intensidade; esfriamento brusco que poderia causar congelamento; e, agentes físicos como contato com as paredes ou vibrações que podem causar fissuras no concreto prejudicando sua aderência.

A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC, 2007) aconselha a cura através de aspersão de água sobre a superfície do concreto, através da molhagem das fôrmas, pelo recobrimento com areia, serragem e outros, através de membranas de cura, submersão ou cura a vapor.

e) Desforma e limpeza das formas

A etapa de desforma é feita quando o concreto adquirir resistência e elasticidade exigidas no projeto. Mas, deve-se tomar muito cuidado na hora de retirar as fôrmas, sempre evitando choques entre painéis e parede. E, após desmontar todo conjunto de fôrmas, deve ser realizada uma limpeza nos painéis, a fim de retirar argamassas que possam ficar aderidas e também para garantir maior vida útil das mesmas.

A limpeza pode ser feita por meio de jatos de água com pressão controlada para não danificar a estrutura dos painéis. Entretanto, deve tomar cuidado na regulagem dos bicos dos jatos, pois, havendo uma pressão muito grande, eles podem danificar as placas. Outras formas de realizar a retirada da crosta é a aplicação de espátulas plásticas e escovas com água. Após a limpeza deve-se aplicar desmoldante nos painéis.

Devido à grande variedade dos tipos de materiais que compõem as fôrmas, o desmoldante deve ser escolhido de acordo com a superfície de

aplicação, a indicação do fabricante das fôrmas é de grande valia para que haja eficiência na desforma e conseqüentemente na qualidade do acabamento das paredes (VENTURINI, 2011).

2.4 MÉTODOS DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

Para a análise de risco de um determinado negócio, os montantes necessários bem como seus possíveis retornos, são imprescindíveis. Portanto para que um estudo de viabilidade se aproxime da realidade, é necessário que tenha um modelo de simulação de acordo com o cenário o qual está inserido e será analisado.

Segundo Schroeder et al. (2005) os métodos do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR), do Período de Payback Simples (PB) e do Período de Payback Descontado (PBd) são bastante recomendados e são considerados em grande parte da literatura financeira como sendo os mais eficientes na avaliação de projetos de investimentos.

Neste trabalho, os métodos de análise de investimento utilizados para determinar a viabilidade econômico-financeira do empreendimento serão o PB e o PBd, o VPL e a TIR, os quais serão descritos nas próximas seções. Porém, antes de abordar as definições dos métodos de análise de investimentos, é necessário compreender também o conceito de Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Fluxo de caixa e Custos.

2.4.1 Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa é apreciação das contribuições monetárias, ou seja, entradas e saídas de dinheiro ao longo de um determinado período. (HIRSCHFELD, 1989).

A elaboração do fluxo de caixa proporciona base às análises necessárias para determinar a viabilidade de um empreendimento. Tal ferramenta pode ser usada para analisar a máxima necessidade de recursos, o Ponto de Equilíbrio, a sensibilidade para com as variações de vendas ou custos, o período de retorno do investimento, bem como sua rentabilidade e alavancagem financeira (DEGEN, 1989).

Segundo Gitman (1997), sem o planejamento de caixa não será possível saber quando ou mesmo se haverá caixa suficiente para sustentar as operações

da empresa, portanto, ele pode ser considerado como a “espinha dorsal da empresa”. De acordo com o autor, as empresas que frequentemente apresentam falta de caixa e que precisam de empréstimos “de última hora”, sentirão dificuldade em encontrar credores.

Percebe-se assim quão importante o fluxo de caixa é para a análise de um empreendimento, visto que sem ele seria dificultada a realização de um adequado estudo econômico-financeiro, já que ele informa todas as entradas e saídas de caixa.

2.4.2 Custos

Não se deve confundir custo com preço. Os dois são distintos porém muito importantes para a orçamentação. Custo como pode ser considerado como o valor monetário que se gasta para a execução de uma obra ou projeto. Já o preço é o valor monetário da obra finalizada, ou o valor que será cobrado do cliente. (AVILA; LIBRELOTTO, ALVES, 2003). O orçamento nada mais é que a soma dos custos totais de uma obra. Adicionando-se os impostos e o lucro resulta no preço.

Os custos podem ser divididos em dois tipos, os custos diretos e indiretos. De acordo com Mattos (2010) custo direto é aquele custo diretamente associado à execução da atividade propriamente dita. Ele representa o custo do serviço de campo, englobando a mão de obra diretamente envolvida no serviço. Boiteux (1979 apud MATTOS 2010) afirma que o custo direto só é incorrido quando a tarefa se executa. São exemplos de custos diretos segundo Ávila, Librelotto e Lopes (2003) projetos, aquisição de terrenos, equipamentos, encargos sociais, mestre de obras, carpinteiros, pedreiros, matéria-prima como por exemplo sacos de cimento, areia, tijolos entre outros.

Já segundo Mattos (2006, 2010) os custos indiretos são aqueles custos que incorrem independentemente da quantidade do serviço executado em obra e que não estão incluídos nas composições unitárias, este custo não pode ser diretamente atrelado a uma atividade específica. Mattos (2010) afirma que o custo indireto é proporcional ao tempo do projeto ou execução. Sendo assim, um atraso no prazo acarreta um aumento no custo indireto. Ávila, Librelotto e Lopes (2003) cita alguns exemplos de custo indireto como taxas, documentações,

aluguel de equipamentos, assistência médica, manutenções de equipamentos, alimentação entre outros.

Figura 20 - Custos indiretos construtora de pequeno porte

ITEM	UND	ÍNDICE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
PESSOAL				
Diretor	mês	12	R\$ 5.000,00	R\$ 60.000,00
Gerente Admin./Financeiro	mês	12	R\$ 3.500,00	R\$ 42.000,00
Técnicos	mês	12	R\$ 16.400,00	R\$ -
Estagiários	mês	24	R\$ 954,00	R\$ 22.896,00
Secretárias	mês	24	R\$ 954,00	R\$ 22.896,00
Motorista	mês	12	R\$ 1.200,00	R\$ 14.400,00
Copeira	mês	12	R\$ 954,00	R\$ 11.448,00
Contínuo	mês	12	R\$ 654,00	R\$ 7.848,00
DESPESAS ADMINISTRATIVAS				
Telefone e internet	mês	12	R\$ 500,00	R\$ 6.000,00
Energia e água	mês	12	R\$ 300,00	R\$ 3.600,00
Despesas postais	mês	12	R\$ 200,00	R\$ 2.400,00
Material de escritório	mês	12	R\$ 400,00	R\$ 4.800,00
Cópias	mês	12	R\$ 200,00	R\$ 2.400,00
Material de limpeza e de copa	mês	12	R\$ 200,00	R\$ 2.400,00
Assinaturas revistas, softwares, livros	mês	12	R\$ 500,00	R\$ 6.000,00
ANUIDADES				
CREA	anual	1	R\$ 2.040,00	R\$ 2.040,00
Taxa de funcionamento	anual	1	R\$ 800,00	R\$ 800,00
Sindicato	anual	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
EQUIPAMENTOS				
Automóvel (propriedade, operação, manut)	mês	12	R\$ 2.000,00	R\$ 24.000,00
Impressora (locação)	mês	12	R\$ 400,00	R\$ 4.800,00
Computador (depreciação e juros)	mês	12	R\$ 150,00	R\$ 1.800,00
SERVIÇOS DE TERCEIROS				
Contabilidade	mês	12	R\$ 954,00	R\$ 11.448,00
Assessoria jurídica	mês	12	R\$ 954,00	R\$ 11.448,00
Cursos e treinamento profissional	mês	12	R\$ 100,00	R\$ 1.200,00
IMÓVEIS				
Escritório (depreciação, condomínio, IPTU)	mês	12	R\$ 700,00	R\$ 8.400,00
Depósito (locação)	mês	12	R\$ 500,00	R\$ 6.000,00
Mobilário (depreciação)	mês	12	R\$ 200,00	R\$ 2.400,00
DIVERSOS				
Viagens	mês	12	R\$ 500,00	R\$ 6.000,00
Consultoria	vb	12	R\$ 3.000,00	R\$ 36.000,00
Outros	vb	12	R\$ 1.000,00	R\$ 12.000,00
TOTAL				R\$ 337.624,00

Fonte: www.oorcamentista.com.br; acessado em 04/07/2019

2.4.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Souza e Clemente (2001), a taxa mínima de atratividade é a melhor taxa que possui baixo risco e que está disponível para aplicação. A decisão de investir é baseada entre pelo menos duas alternativas, ou investir no projeto ou investir na TMA. Observa-se então, que se o capital não é aplicado no projeto, então deve ser aplicado na TMA.

A TMA, juntamente com o Custo de Capital e o Custo de Oportunidade ajudam o empresário a tomar decisões analisando o que realmente é importante para qualquer empresa competitiva: o resultado. Sendo assim, é importante entender esses conceitos.

O custo de capital possui um conceito semelhante à TMA. Ele representa a taxa de retorno que credores e acionistas (ou seja, os financiadores de recursos) desejam para determinar a viabilidade de investimento no negócio. Ou seja, o custo de capital faz parte da TMA, mas eles não são sinônimos. O Custo de Capital é o “preço do dinheiro” investido e não considera outros fatores que a TMA considera como a liquidez ou até mesmo os riscos do negócio.

Já o custo de oportunidade indica o quanto de retorno o investimento traria em outras aplicações não analisadas como por exemplo fundos de investimentos, outros projetos e etc. além de analisar as opções e identificar qual tem mais potencial de resultado.

A TMA representa o mínimo de retorno exigido pelo investidor. Segundo Kassai et al. (2000, p. 58):

Entende-se por taxa mínima de atratividade (TMA) a taxa mínima a ser alcançada em determinado projeto; caso contrário, o mesmo deve ser rejeitado. É, também, a taxa utilizada para descontar os fluxos de caixa quando se usa o método de valor presente líquido (VPL) e o parâmetro de comparação para a TIR. É o rendimento mínimo de uma segunda melhor alternativa do mercado.

Cada empresa determina a taxa de atratividade de acordo com suas políticas, sendo que, a utilização do custo do capital como a TMA é a mais recomendada.

2.4.4 Valor Presente Líquido (VPL)

Lopes Silva et al. (2014), definem o VPL como o método que traz todos os valores de custos e receitas do fluxo de caixa para o período inicial, descontando uma TMA.

O valor presente líquido de um projeto de investimento é igual à diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto e o investimento inicial necessário, com desconto dos fluxos de caixa feito a uma taxa k definida pela empresa, ou seja, sua TMA (GALESNE; FENSTERSEIFER; LAMB, 1999).

A determinação do valor do dinheiro no tempo e o uso do fluxo do dinheiro são ferramentas que devem ser utilizadas na análise de investimento. O tempo influencia na variação do valor do dinheiro, pois este depende de uma taxa de retorno e de um número de períodos. A fórmula do VPL é:

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n FC_j / (1+i)^j$$

Onde:

- **i** é taxa de desconto;
- **j** é o período genérico ($j = 0$ a $j = n$), percorrendo todo o fluxo de caixa;
- **FC_j** é o fluxo genérico para $j = (0 \dots n)$ que pode ser positivo (ou seja, receitas) ou negativo (custos);
- **VPL (i)** é o valor presente líquido descontado a uma dada taxa i ;
- **n** é o número de períodos.

Com base no resultado do VPL, tem-se as regras de decisão:

- Se o VPL for > 0 , aceita-se o projeto de investimento, pois os retornos oferecidos cobrirão o capital investido, o retorno mínimo exigido e ainda oferecerão um ganho líquido extraordinário ao investidor.
- Se o VPL for $= 0$, o projeto de investimento apresenta-se indiferente para o investidor, pois seu retorno apenas cobrirá o capital investido e o retorno mínimo exigido pelo investidor, não oferecendo qualquer vantagem ou ganho além disso.
- Se o VPL for < 0 , rejeita-se o projeto de investimento, pois os retornos oferecidos não cobrirão o capital investido acrescido do retorno mínimo exigido pelo investidor.

2.4.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno avalia a rentabilidade de um projeto de investimento. Para Horngren, Sundem e Stratton (2004), a taxa interna de retorno calcula a taxa de desconto na qual o valor presente dos fluxos de caixa

de um projeto é igual ao valor presente das saídas de caixa esperadas, ou seja, é a taxa de desconto onde o valor presente líquido é igual à zero.

Motta e Calôba (2006), definem a TIR como um índice que mede a rentabilidade do investimento por uma unidade de tempo.

Pode ser obtida com a seguinte fórmula:

$$\sum_{j=0}^n FC_j \times [1/(1+i)]^j = 0$$

Onde:

- **i** é a taxa de retorno, ou TIR;
- **FC_j** é o fluxo de caixa genérico para $j = [0; n]$;
- **Unidades** podem ser % ao ano ou % ao mês, por exemplo.

Para a análise de decisão por meio do TIR tem-se as seguintes regras para serem observadas:

- Se a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade, aceita-se o projeto de investimento;
- Se a TIR for menor que a taxa mínima de atratividade, rejeita-se o projeto;
- Se a TIR for igual à taxa mínima de atratividade, o investidor será indiferente entre aceitar ou rejeitar o projeto.

2.4.6 *Payback* Simples e Descontado (PB E PPB)

O *payback* é o período de recuperação de um investimento e que consiste na determinação do prazo em que o montante de capital dispendido é recuperado por meio de fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento. Afirma-se que é o período onde os fluxos negativos (valores dos investimentos) se anulam com os respectivos fluxos positivos (valores de caixa) (KASSAI et al. 2000).

O *payback* simples consiste na identificação do número de períodos em que retorna o investimento, diminuindo o capital inicial, pelo somatório dos resultados obtidos nos períodos de fluxo de caixa até a liquidação de seu valor. O método do *payback* descontado serve para calcular o período de tempo

necessário para a recuperação do capital investido, com a aplicação de uma TMA desejada como desconto para atualizar o fluxo de caixa obtido pelo projeto.

Gitman (1997) afirma que o período de *payback* é uma técnica não sofisticada para o orçamento de capital, pois não considera explicitamente o real valor do dinheiro através do tempo.

2.4.7 Análise de Risco

Para auxiliar no processo decisório de um empreendimento são utilizadas ferramentas para definir o melhor investimento à se fazer. As ferramentas pautadas nesse estudo são: Análise de Sensibilidade e Análise de Cenários.

a) Análise de Sensibilidade

A previsão do futuro é, certamente, um dos maiores desafios do ser humano, diante disso, a Análise de Sensibilidade surge como um enfoque prático para tratar o problema das incertezas.

Samanez (2007, p. 118) explica:

A análise de sensibilidade permite identificar as variáveis críticas no processo de projeção e determinação dos fluxos de caixa, de modo que se possa avaliar o projeto considerando diversas hipóteses sobre o comportamento dessas variáveis. Ou seja, na análise de sensibilidade, tenta-se isolar os fatores que, permanecendo todo o resto igual, induzem a mudanças significativas no VPL do projeto e na decisão de investimento.

Conforme Assaf Neto (2010), alterações em variáveis estimadas dos fluxos de caixa modificam o resultado econômico de um investimento, sendo que através da análise de sensibilidade que é uma metodologia de avaliação do risco, poderá ser avaliado em quanto será esta modificação.

b) Análise de Cenários

A análise de cenários é uma das ferramentas importantes para a tomada de decisão. A cenarização consiste na análise de um investimento em condições específicas (cenário) considerando as incertezas e caracterizando cenários favoráveis (melhor condição possível), desfavoráveis (pior condição possível) ou em condições específicas onde possa haver interesse na análise.

Bordeaux-Rêgo (2007, p.117) afirma que:

É um método de análise de risco isolado de um projeto que leva em consideração a sensibilidade do Valor Presente Líquido (VPL) a mudanças em suas principais variáveis de decisão, bem como fornece os valores das variáveis de acordo com a sua distribuição de probabilidades.

3 MÉTODOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS

Esta pesquisa tem caráter descritivo, pois visa levantar dados relativos às características dos dois sistemas construtivos em estudo em relação aos custos envolvidos. Este tipo de pesquisa, segundo Menezes (2006), pode ser classificada como aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, direcionados à análise da viabilidade econômica.

Para que fossem alcançados os objetivos propostos, foi necessário obter um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar que se adequa aos padrões de residências de unidades habitacionais sociais.

A unidade familiar do estudo faz parte do Banco de Projetos da Caixa Econômica Federal de Projetos Padrões de casas populares. Este projeto de habitação que é encontrado no anexo A foi feito para o sistema de alvenaria estrutural de blocos de concreto. No banco de dados do projeto estão incluídos os projetos estruturais, arquitetônicos, hidrossanitários e elétricos. A habitação possui uma sala de estar, um banheiro, uma cozinha e dois quartos, totalizando uma área total construída de 36,84m².

Como o projeto padrão é especificado para o sistema de alvenaria estrutural de blocos de concreto, faz-se necessário a adaptação deste projeto para poder-se realizar o levantamento de quantitativos com uma precisão satisfatória nos sistemas em estudo. A adaptação dos projetos foi realizada pelo autor, as áreas finais dos projetos originais e adaptados foram modificadas devido a diferença da espessura das paredes entre os projetos.

Como foi utilizado um projeto pronto como base para a orçamentação dos custos do sistema de alvenaria estrutural em blocos de concreto, a adaptação feita para estudo em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos foi a substituição de um tipo de bloco por outro, buscando manter as especificações.

Para a orçamentação do sistema de concreto armado com vedação de blocos cerâmicos foi feita uma adaptação do projeto original da CAIXA para o sistema de concreto armado. A adaptação visará manter o mesmo padrão da residência (área total, área dos quartos, padrão de acabamento) para que se faça uma comparação de forma igualitária entre os sistemas. A adaptação foi baseada em outro projeto de habitação popular elaborado pela FECOOHASC (Federação das Cooperativas de Habitação de Santa Catarina), dados como tamanho de vigas, pilares e fundações foram contemplados.

Como o interesse é para conjuntos habitacionais, foi considerado um total de 300 casas deste tipo no estudo.

Foi realizado o estudo da construção das paredes desta residência através dos dois métodos, que são:

- Alvenaria cerâmica – utilizando tijolos de oito furos
- Concreto Armado moldado no local com formas metálicas

Para a análise e representação dos quantitativos e dados, o levantamento foi dividido em 8 principais grupos construtivos para os dois sistemas, variando suas composições nos subgrupos. Os serviços principais são:

- 1) Serviços preliminares
- 2) Estrutura
- 3) Cobertura
- 4) Esquadrias
- 5) Instalações elétricas
- 6) Instalações hidráulicas
- 7) Instalações sanitárias
- 8) Revestimentos

Tomou-se como base conceitual diversos levantamentos bibliográficos através de livros, artigos científicos, dissertações e normas brasileiras, a fim de ter um melhor entendimento sobre os dois sistemas construtivos na construção civil, coleta de suas características entre outras informações de importância para esse estudo.

Foram elaboradas planilhas orçamentárias para composições dos respectivos preços e serviços de acordo com os valores estabelecidos pelo SINAPI (Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil) referente ao mês de março/2019 e pela TCPO 13 (Tabela de composição de preços para orçamentos) da editora Pini do ano de 2013, a fim de discutir qual dos sistemas construtivos é mais viável economicamente.

Os encargos sociais foram retirados do SINAPI e para a região de Florianópolis em Maio de 2019 e terão o valor de 134,59 % da mão-de-obra. Já o BDI não foi utilizado, ou seja, BDI = 0 pois foram somente orçados os custos globais, e não preços finais das obras. O cálculo da quantidade dos serviços foi

feito através da medição pelo próprio desenho do projeto, ou por cálculos padronizados.

As formas utilizadas no projeto serão formas metálicas com reaproveitamento de 100 vezes, portanto como possuímos 300 unidades habitacionais, foram necessários 3 conjuntos de formas para realizar o estudo do empreendimento.

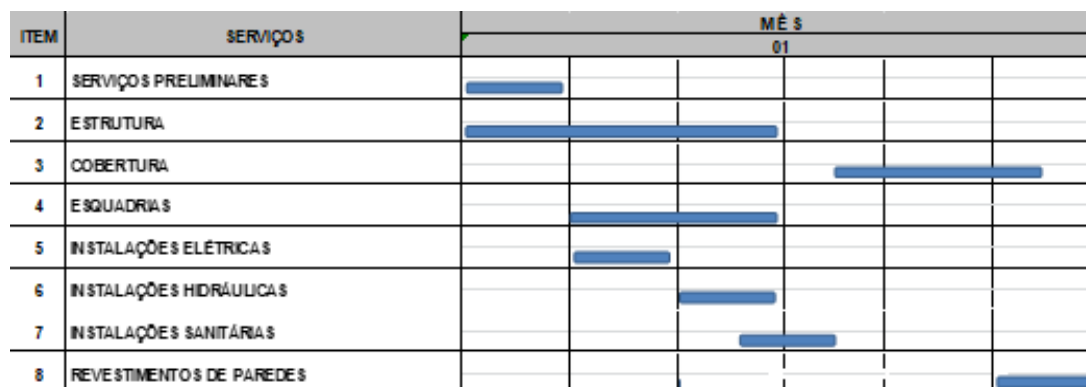
Foi definida a mesma composição de equipes para os dois empreendimentos, não sendo necessária nenhuma mão de obra diferente e especializada. Para estipular a equipe, foi projetado o número mínimo de pessoas necessárias para realizar a construção no período de 24 meses para a alvenaria estrutural baseado em estudos elaborados por Ávila e Lima de Sousa (2014), pois é um serviço mais demorado se comparado ao concreto armado moldado in loco, e pelo fato de o prazo estipulado pela Caixa Econômica Federal para executar a obra após assinatura do contrato é de no mínimo 2 meses no máximo de 24 meses, obtendo 150 funcionários para o serviço. Esta mesma equipe necessitaria apenas de 12 meses para executar a obra em concreto armado. O cronograma físico levado em consideração tanto para alvenaria estrutural em blocos cerâmicos como para paredes de concreto armado moldadas no local, é exposto a seguir nas figuras 21 e 22, respectivamente. Cada coluna da figura 21 representa um período de 10 dias e cada coluna da figura 22 representa um período de 5 dias.

Figura 21 - Cronograma alvenaria estrutural em blocos cerâmicos

ITEM	SERVIÇOS	MÊS					
		01			02		
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	■					
2	ESTRUTURA	■	■	■			
3	COBERTURA				■	■	■
4	ESQUADRIAS		■	■	■		
5	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		■	■			
6	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				■	■	
7	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				■	■	
8	REVESTIMENTOS DE PAREDES				■	■	■

Fonte: Autor (2019)

Figura 22 - Cronograma paredes de concreto armado moldadas in loco



Fonte: Autor (2019)

Vale ressaltar que este cronograma se refere ao tempo necessário para elaboração de uma casa em um dos métodos por uma equipe, totalizando assim 25 equipes de 6 funcionários no empreendimento. Estes mesmos cronogramas foram elaborados conforme manuais presentes no Banco de Dados da Caixa Econômica Federal.

Para estas análises foram realizadas algumas considerações baseadas em outros projetos de unidades habitacionais realizados pela GIDUR – Gerência de Filial de Desenvolvimento Urbano e Rural, semelhantes ao pautado nesse trabalho. Determinou-se assim uma análise econômica e financeira coerente e condizente com a realidade, para realizar o comparativo das demais etapas.

Todas as etapas definidas e o levantamento quantitativo do projeto de cada sistema construtivo são apresentados nos Apêndices A e B. Neles pode-se observar que a unidade habitacional em concreto se diferencia na composição da estrutura (fundações e superestrutura) e na etapa de revestimento de paredes, onde não necessita de rebocos, emboços e chapiscos, contemplando apenas pinturas e finalidades desejadas. Nas demais etapas construtivas estão sendo utilizados os mesmos materiais, mão de obra e as mesmas dimensões dos elementos estruturais da edificação de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.

Os custos indiretos e com a administração da obra também são componentes da elaboração do orçamento de obra e proporcionalmente importantes, pois nestes são consideradas as despesas operacionais, as despesas administrativas e as despesas para comercialização, ou seja, custos

que, se desconsiderados em virtude da eventual falta de conhecimento da sua importância, comprometem o resultado operacional do empreendimento.

Neste trabalho os custos indiretos considerados foram baseados em estudos de Cunha Filho e Leal de Souza (2015) para conjunto de unidades habitacionais e no Banco de Dados de Projetos da Caixa Econômica Federal, e são eles:

1. Administração central = 4,28%
2. Taxa de risco = 0,97%
3. Despesa financeira = 0,59%
4. Tributos = 7,65%
5. Taxa de comercialização = 1,00%
6. Outros = 5,50%

Estes outros, referem-se a serviços como vigilância, assistências médicas, manutenção de veículos e equipamentos, combustíveis e lubrificantes e etc. As porcentagens referem-se a quanto cada custo indireto interfere no custo total da unidade habitacional.

No presente estudo, foram elaborados os fluxos de caixa de ambos os projetos baseados nas projeções de venda, receitas e taxas de outros projetos do Banco de Projetos da Caixa Econômica Federal e no cronograma físico-financeiro apresentados nas figuras 21 e 22, também foi feita a análise do empreendimento de alvenaria de blocos cerâmicos considerando um período de 12 meses e das paredes de concreto armado moldadas no local para um período de 24 meses para poder fazer comparações em mesmas condições temporais. A projeção das vendas e o preço final de venda das residências foram os mesmo para todos os sistemas construtivos.

Tem-se abaixo no quadro 7 o fluxo de entradas e saídas do sistema paredes de concreto armado moldadas no local no período de 12 meses para um cenário básico, onde tem-se discriminado mês a mês o fluxo para entender como foram elaborados os fluxos de caixa de cada sistema construtivo.

Quadro 7 - Fluxo de entrada e saída sistema paredes de concreto armado moldadas no local
em 12 meses

CONCRETO ARMADO 12 MESES		
Fluxo de Caixa		
MÊS	FLUXO ENTRADA	FLUXO SAÍDA
0	R\$ -	R\$ 2.100.000,00
1	R\$ -	R\$ 959.998,05
2	R\$ -	R\$ 995.998,80
3	R\$ 1.800.000,00	R\$ 980.128,98
4	R\$ 1.800.000,00	R\$ 995.651,52
5	R\$ 1.950.000,00	R\$ 1.070.687,58
6	R\$ 1.950.000,00	R\$ 1.110.855,52
7	R\$ 1.950.000,00	R\$ 1.188.255,51
8	R\$ 1.700.000,00	R\$ 1.292.980,55
9	R\$ 1.700.000,00	R\$ 1.212.465,23
10	R\$ 1.700.000,00	R\$ 1.288.551,25
11	R\$ 1.700.000,00	R\$ 1.216.813,23
12	R\$ 1.750.000,00	R\$ 1.298.028,78

Fonte: Autor (2019)

Estes fluxos, conforme explicado anteriormente, foram baseados no cronograma, no orçamento, nas vendas, receitas e taxas e assim foi elaborado o quadro 8, de onde foram retirados todos os valores de entradas e saídas de acordo com as especificações, execuções e custos de cada mês.

Quadro 8 - Fluxo de entrada e saída discriminado

CONCRETO ARMADO 12 MESES	
MÊS	Entrada
0	-
1	-
2	-
3	Entrada de dinheiro referente a 30 unidades habitacionais
4	Entrada de dinheiro referente a 30 unidades habitacionais
5	Entrada de dinheiro referente a 32,5 unidades habitacionais
6	Entrada de dinheiro referente a 32,5 unidades habitacionais
7	Entrada de dinheiro referente a 32,5 unidades habitacionais
8	Entrada de dinheiro referente a 28,33 unidades habitacionais
9	Entrada de dinheiro referente a 28,33 unidades habitacionais
10	Entrada de dinheiro referente a 28,33 unidades habitacionais
11	Entrada de dinheiro referente a 28,33 unidades habitacionais
12	Entrada de dinheiro referente a 29,16 unidades habitacionais
MÊS	Saída
0	Investimento inicial com maquinários, aquisição de formas, marketing, taxas... (R\$ 2.100.000,00)
1	Serviços preliminares de todo terreno (835,38*300) mais fundações de 106,14 casas (6683,57*106,14)
2	Fundações de 149,02 casas (6683,57*149,02)
3	Fundações de 44,84 casas (6683,57*44,84) e superestrutura de 129,90 casas (5237,95*129,9)
4	Esquadrias e instalações de 95,92 casas (10379,90*95,92)
5	Superestrutura de 85,05 casas (5237,95*85,05) e 60,25 casas com esquadrias e instalações (10379,90*60,25)
6	Cobertura de 100 (6973,29*100) casas e 48,5 casas custos indiretos (8526*48,5)
7	Cobertura 94,35 (6973,29*94,35) e 62,2 casas custos indiretos (8526*62,2)
8	Pinturas e acabamentos em 199,30 casas (5573,75*199,30) e 21,36 casas custos indiretos (8526*21,36)
9	Superestrutura de 85,05 casas (5237,95*85,05) e 73,90 casas com esquadrias e instalações (10379,90*73,90)
10	Esquadrias e instalações de 69,93 casas (10379,90*69,93)
11	Custos indiretos de 142,72 casas (8526*142,72)
12	Pinturas e acabamentos de 100,70 casas (5573,75*100,70) e 105,65 casas em cobertura (6973,29*105,65)

Fonte: Autor (2019)

Assim, por exemplo, olhando o fluxo de entrada do mês 4, tem-se entrada de dinheiro referente a 30 unidades habitacionais, como o valor de venda de uma unidade habitacional é R\$ 60.000,00, obtêm-se como fluxo de entrada do mês 4 o valor de R\$1.800.000,00 que é o equivalente a R\$ 60.0000 x 30 unidades. Para o fluxo de saída utilizou-se a mesma linha de raciocínio, onde conforme quadro 8, tem-se as atividades de saída de caixa com seus respectivos valores e quantidades mês a mês, onde ao realizar todas as contas, chegou-se no fluxo de saída do sistema paredes de concreto armado em 12 meses do

quadro 7. Assim foi possível elaborar todos os fluxos de caixas no presente estudo.

Para a determinação da TMA, foi utilizado o Relatório Focus do Banco Central do Brasil, referente às expectativas do mercado do dia 17 de Maio de 2019 (ver figura 24).

Figura 23 - Relatório Focus do Banco Central do Brasil

Focus		MEDIANAS DAS EXPECTATIVAS DE MERCADO												17 de maio de 2019	
		2019				2020				2021		2022			
		Há 4 semanas	Há 1 semana	Hoje	Comp. semanal*	Há 4 semanas	Há 1 semana	Hoje	Comp. semanal*	Hoje	Comp. semanal*	Hoje	Comp. semanal*		
IPCA (%)		4,01	4,04	4,07	▲ (1)	4,00	4,00	4,00	≡ (98)	3,75	≡ (23)	3,75	≡ (43)		
IPCA (%) últimos 5 dias úteis		4,00	4,11	4,11	≡ (1)	4,00	4,00	4,00	≡ (98)	3,75	≡ (18)	3,75	≡ (5)		
PIB (var. %)		1,71	1,45	1,24	▼ (12)	2,50	2,50	2,50	≡ (4)	2,50	≡ (114)	2,50	≡ (56)		
CÂMBIO (R\$/US\$)		3,75	3,75	3,80	▲ (1)	3,80	3,80	3,80	≡ (2)	3,85	▲ (1)	3,90	≡ (4)		
SELIC (N.a.a.)		6,50	6,50	6,50	≡ (15)	7,50	7,50	7,25	▼ (1)	8,00	≡ (98)	7,50	▼ (1)		

* comportamento dos indicadores desde o último Focus; os valores entre parênteses expressam o número de semanas em que vem ocorrendo o último comportamento.

▲ Aumento ▼ Diminuição ≡ Estabilidade em relação ao Focus anterior

Fonte: Banco Central do Brasil (2019)

Foi adotado o valor da SELIC, taxa básica de juros da economia, como a TMA, porém foi feito um ajuste de risco desta taxa, considerando nosso projeto com um empreendimento de baixo risco. Para esta correção foi utilizado como base o estudo realizado por Rottmann (2015) publicado pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), onde para casos de baixo risco segue a regra prática:

$$TMA = 2 \times CDI (SELIC)$$

Para se encontrar a taxa real de juros, esta a TMA do estudo, foi dividido TMA ajustado ao risco pela inflação do período (IPCA=4,07%). Assim definiu-se nossa TMA.

$$SELIC = 6,5 \% a. a$$

$$TMA = 2 \times 6,5 = 13 \% a. a$$

$$TMA \text{ ajustada} = 1,13 \div 1,0407 = 1,085 \%$$

$$TMA \text{ ajustada} = 8,5 \% a. a = 0,6937\% a. m$$

A TMA definida serviu de base para os cálculos seguintes, como VPL e *Payback* Descontado.

A sensibilidade desse estudo foi feita analisando o VPL em função da variação da TMA em 1pp (ponto percentual) para mais e para menos. Também foi verificada a sensibilidade de acordo com a projeção das vendas considerando dois cenários possíveis, um otimista, com as vendas concentradas no início do empreendimento e outro pessimista, onde as vendas concentradas no final do empreendimento, porém em ambos os cenários todas as casas foram vendidas no período do empreendimento, pois conforme mostrado anteriormente o déficit habitacional brasileiro é muito grande, fazendo com que muitas famílias busquem financiamentos e este tipo de empreendimento é o melhor para eles. Ambas as análises foram feitas apenas para o empreendimento mais viável.

Além da análise de sensibilidade foi feita uma análise de cenários, ambos para identificar o risco. No presente estudo os cenários projetados foram:

- I. O cenário realista, onde 100% das vendas ocorrem no período de construção do conjunto habitacional.
- II. O cenário 1, onde 90% das vendas ocorrem no período de construção do conjunto habitacional, distribuídas igualmente a partir do mês 3.
- III. Cenário 2, onde 80% das vendas ocorrem no período de construção do conjunto habitacional, distribuídas igualmente a partir do mês 3.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados da pesquisa realizada.

Apresentam-se, inicialmente, no quadro 7, os custos para construção de uma UH nos dois métodos executivos em estudo.

Quadro 9 - Custos de uma unidade habitacional em alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldadas in loco

MÉTODO EXECUTIVO	UNIDADE HABITACIONAL
Alvenaria de blocos cerâmicos	R\$ 52.824,93
Paredes de concreto armado moldadas in loco	R\$ 237.997,60

Fonte: Autor (2019)

Pode-se notar pelo quadro 9 uma diferença de custo de R\$ 185.172,67 quando o empreendimento for executado em alvenaria estrutural se comparado ao executado em concreto armado para uma unidade habitacional, porém, para a execução de uma unidade habitacional em concreto armado é necessário um conjunto de formas metálicas, que nesse estudo custa R\$ 156.277,00, valor este, incorporado ao investimento inicial e não ao custo direto. Contudo, este mesmo conjunto pode ser reutilizado 100 vezes, portanto considerando este fator, o novo custo total do sistema em concreto armado para uma das 300 unidades seria de R\$ 44.604,81, valor este, pouco inferior ao de uma unidade habitacional no sistema convencional.

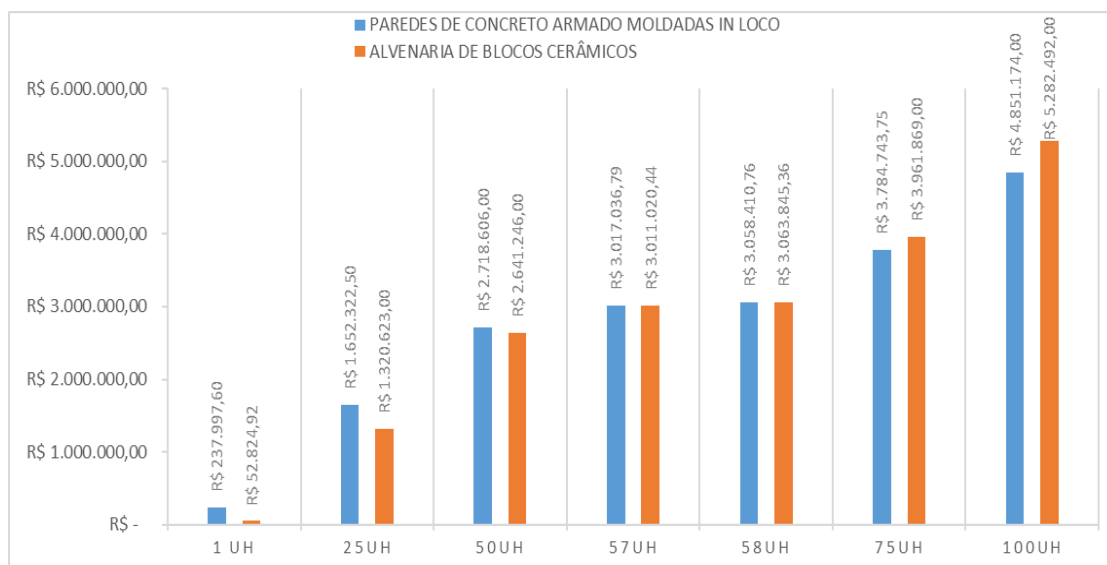
Quadro 10 - Custos para construção de 300 unidades habitacionais em alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto armado moldado no local.

MÉTODO EXECUTIVO	UNIDADE HABITACIONAL	CUSTO TOTAL	CUSTO/M ²
Alvenaria de blocos cerâmicos	R\$ 52.824,93	R\$ 15.847.479,00	R\$ 1.433,90
Paredes de concreto armado moldadas in loco	R\$ 44.604,81	R\$ 13.381.443,00	R\$ 1.210,77

Fonte: Autor (2019)

O gráfico 1 mostra que com o aumento do número de unidades o custo por UH começa a diminuir, devido ao rateio entre as unidades dos três jogos de forma requeridos. Pode-se concluir que com o projeto arquitetônico utilizado nesse estudo o empreendimento a ser construído em parede de concreto se torna viável a partir da construção da septuagésima sétima unidade.

Gráfico 1 - Número mínimo de UH para que o empreendimento se torne viável para aplicação do método construtivo parede de concreto armado.



Fonte: Autor (2019)

Devido ao alto custo das fôrmas metálicas o método construtivo parede de concreto moldada no local se transforma viável a partir de um elevado número de repetições, dessa forma o custo das fôrmas é rateado entre as unidades habitacionais.

Analisando os custos indiretos de ambos os sistemas, tem-se conforme quadro 11.

Quadro 11 - Custos indiretos de uma UH em cada sistema construtivo

CUSTOS INDIRETOS	Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos	Paredes de concreto armado moldadas no local
Administração central	R\$ 2.260,91	R\$ 1.825,48
Taxa de risco	R\$ 512,40	R\$ 413,72
Despesa financeira	R\$ 311,67	R\$ 251,64
Tributos	R\$ 4.041,11	R\$ 3.262,83
Taxa de comercialização	R\$ 528,25	R\$ 426,51
Outros	R\$ 2.905,37	R\$ 2.345,82
TOTAL	R\$ 10.559,70	R\$ 8.526,00

Fonte: Autor (2019)

Os custos indiretos foram calculados de acordo com os valores de cada elemento especificado anteriormente no capítulo 3. Após calcular os custos indiretos, estes foram acrescidos no custo direto de cada sistema (APÊNDICE A e APÊNDICE B) obtendo assim os custos finais.

Como pode-se observar pelo quadro 9 abaixo, os custos diretos para construção de todo conjunto habitacional em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos em 24 meses comprometeram 80,01 % do custo total da obra, ao passo que os custos indiretos comprometeram em 19,99%. Enquanto para o sistema paredes de concreto armado moldadas no local em 12, os custos diretos para construção de todo conjunto habitacional foram de 80,88%, ao passo que os custos indiretos foram de 19,11%.

Quadro 12 - Custos diretos e indiretos empreendimento em cada sistema construtivo

	Alvenaria estrutural de blocos cerâmicos	Paredes de concreto armado moldadas no local
CUSTOS DIRETOS	R\$ 12.679.567,95	R\$ 10.823.641,54
CUSTOS INDIRETOS	R\$ 3.167.911,05	R\$ 2.557.801,46

Fonte: Autor (2019)

Esta diferença de custos indiretos está relacionada ao fato do sistema construtivo paredes de concreto armado ser mais rápido que o sistema alvenaria estrutural. A diferença se dá pois foi estipulado a mesma mão de obra para os dois sistemas. Podemos concluir que esta vantagem do sistema concreto armado se dá ao fato de apesar de possuir material mais caro para a execução, ser um sistema que comparado à alvenaria estrutural em blocos cerâmicos é mais rápido, acarretando riscos, contratempos e desperdícios menores. Além disto, este sistema pode ter a equipe reduzida se for executado este empreendimento em 24 meses, reduzindo ainda mais os custos indiretos para este sistema, pois reduziria gastos com administração central e funcionários por exemplo.

Não é suficiente olhar apenas a diferença de custo direto e indireto entre os dois métodos conforme quadro 9 e 11, é necessário fazer outras análises para confirmar a viabilidade do sistema concreto armado, pois como mencionado anteriormente, tem-se a análise do projeto em alvenaria de blocos cerâmicos

executado em 24 meses e 12 meses e o paredes de concreto armado executado em 12 meses e 24 meses. Assim, tem-se períodos de tempo e custos diferentes.

Todos os memoriais de cálculo dos 4 estudos em questão para o cenário realista são encontrados nos apêndices C, D, E e F. Os parâmetros econômico-financeiros do sistema construtivo alvenaria de blocos cerâmicos em 24 meses, alvenaria de blocos cerâmicos em 12 meses e paredes de concreto armado moldadas in loco em 12 meses e 24 meses, se encontram, respectivamente, a seguir nos quadros 13, 14, 15 e 16.

Quadro 13 – Parâmetros econômico-financeiros sistema construtivos alvenaria de blocos cerâmicos (24 meses).

TMA	0,6937%
TIR	3,146%
VPL	R\$1.567.132,47
PAYBACK	17,10327062
PAYBACK DESCONTADO	18,32747201

Fonte: Autor (2019)

Quadro 14 - Parâmetros econômico-financeiros sistema construtivos alvenaria de blocos cerâmicos (12 meses)

TMA	0,6937%
TIR	5,773%
VPL	R\$1.823.040,50
PAYBACK	9,086442051
PAYBACK DESCONTADO	9,337471318

Fonte: Autor (2019)

Quadro 15 - Parâmetros econômico-financeiros sistema paredes de concreto armado moldadas no local (12 meses)

TMA	0,6937%
TIR	8,061%
VPL	R\$ 2.021.003,90
PAYBACK	6,936430075
PAYBACK DESCONTADO	7,181773639

Fonte: Autor (2019)

Quadro 16 - Parâmetros econômico-financeiros sistema paredes de concreto armado moldadas no local (24 meses)

TMA		0,6937%
TIR		5,238%
VPL	R\$	2.158.147,23
PAYBACK		12,82560783
PAYBACK DESCONTADO		13,35089902

Fonte: Autor (2019)

Analisando os quadros acima, tem-se que todos eles possuíram uma TIR maior que a TMA, e um VPL maior que zero, portanto, as quatro formas de execução do conjunto habitacional seriam viáveis. Fazendo uma comparação dos parâmetros, em especial o VPL, pois este trata de um valor absoluto, tem-se que o valor presente líquido do concreto armado moldado no local é maior que o dos outros empreendimentos, fazendo deste, o mais viável economicamente, seguido pelo sistema alvenaria estrutural de blocos cerâmicos em 12 meses e por último o sistema alvenaria estrutural blocos cerâmicos em 24 meses.

O sistema paredes de concreto armado moldadas no local em 24 meses é o que possui maior VPL, portanto é o mais vantajoso. Isto se deve ao fato de que para executar o empreendimento neste método, é necessária uma equipe de trabalhadores mais enxuta se comparada a equipe na execução do método em 12 meses. Além do mais, como o período de tempo é maior, o fluxo de caixa fica mais diluído, melhorando os parâmetros econômico-financeiros.

As análises seguintes foram feitas apenas entre os métodos construtivos executados no período de 12 meses para verificar a viabilidade econômico-financeira de um dos métodos nesse tempo de execução, para que se possa ter folga com relação ao período máximo de execução que é os 24 meses.

Comparando o VPL do sistema alvenaria estrutural em 12 meses com o sistema concreto armado, tem-se uma diferença de R\$ 197.963,40 em prol deste. Esta diferença se dá ao fato de o fluxo de saída do sistema concreto armado ser mais diluído e com concentração monetária maior nos últimos meses, apesar de possuir investimento inicial maior devido aquisição das formas metálicas. O sistema alvenaria estrutural em blocos cerâmicos possui atividades

com orçamentos mais elevados concentradas no início do cronograma e também pelo fato de este sistema não necessitar de períodos de tempo para iniciar a atividade seguinte, conforme cronograma físico-financeiro apresentado anteriormente. Lembrando que o fluxo de saída é baseado no cronograma físico-financeiro do sistema e no orçamento de cada um.

Por conseguinte, o tempo de retorno do investimento (*payback*) do sistema concreto armado é menor, ou seja, o capital despendido é recuperado por volta do sétimo mês de obra, enquanto para o outro sistema é recuperado apenas no nono mês.

Agora, com o objetivo avaliar o impacto da variação de componentes do fluxo de caixa como volume de vendas e taxa de atratividade do sistema construtivo de maior viabilidade, paredes de concreto armado, realizou-se uma análise de sensibilidade.

Projetou-se, inicialmente, um volume de vendas maior no início da construção do empreendimento (APÊNDICE G) e posteriormente um volume de vendas maior no final da construção do empreendimento (APÊNDICE H), para comparar com o fluxo de caixa e os parâmetros econômico-financeiros da projeção real de vendas do empreendimento (APÊNDICE C). Os quadros 17 e 18 trazem estes resultados.

Quadro 17 - Parâmetros econômico-financeiros com vendas concentradas no início do empreendimento

TMA		0,6937%
TIR		35,494%
VPL	R\$	2.219.337,26
PAYBACK		2,054905815
PAYBACK DESCONTADO		2,077029377

Fonte: Autor (2019)

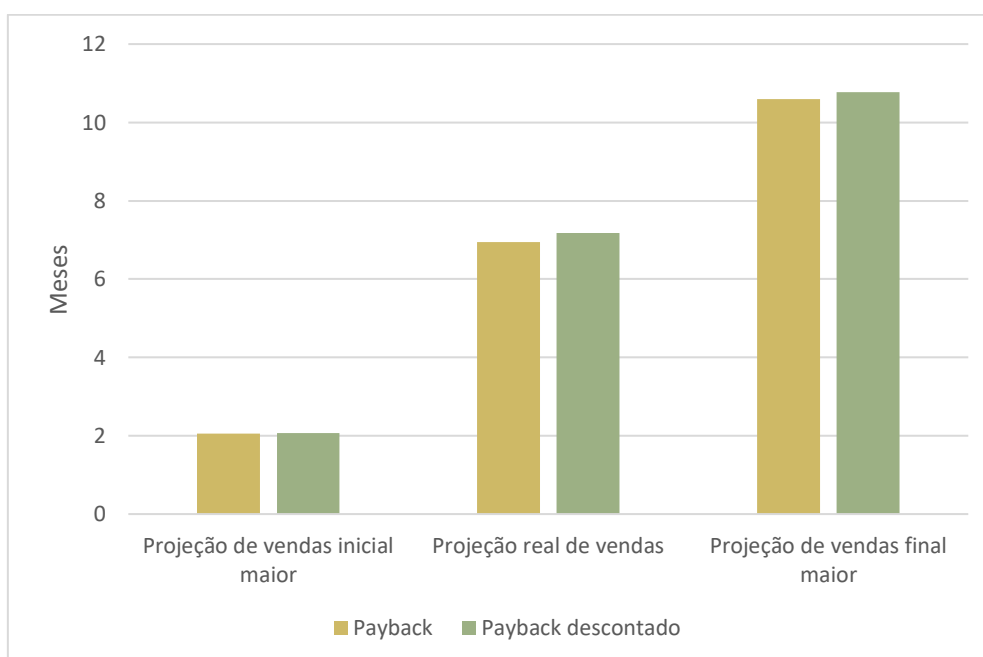
Quadro 18 - Parâmetros econômico-financeiros com vendas concentradas no final do empreendimento

TMA		0,6937%
TIR		4,307%
VPL	R\$	1.838.196,41
PAYBACK		10,591481
PAYBACK DESCONTADO		10,7668134

Fonte: Autor (2019)

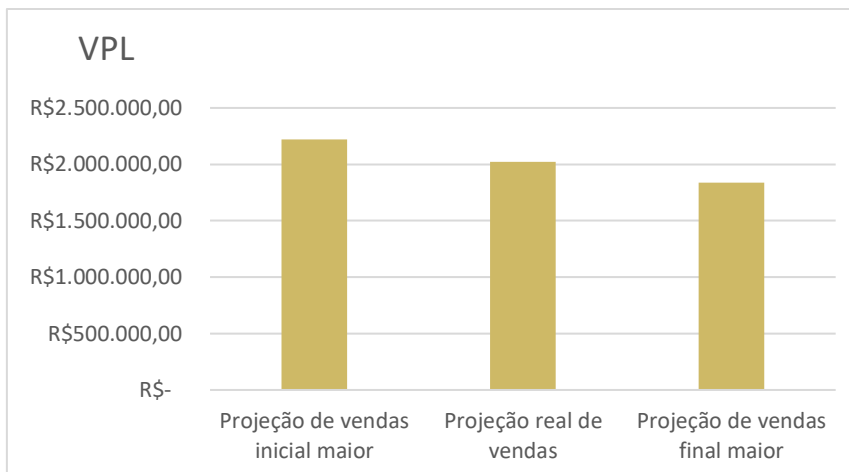
Comparando os resultados obtidos nos quadros 17 e 18, com os do quadro 13, observa-se que a distribuição das vendas interfere diretamente no período de payback de cada cenário e no VPL, considerado de modo que, quanto mais postergadas as vendas, mais tempo é necessário para que ocorra o retorno dos investimentos realizados e conseqüentemente menor é o VPL. Portanto, quanto mais rápidas forem as vendas e mais concentradas no tempo inicial do empreendimento, melhor é o retorno à construtora, pois terá um retorno em um período de tempo menor e um valor presente dos pagamentos futuros descontado da TMA, maior. As receitas das vendas que ocorrem no final da obra requerem um capital maior para manter os investimentos necessários ao pagamento dos custos.

Gráfico 2 - Tempo de retorno de investimentos de acordo com projeção de vendas



Fonte: Autor (2019)

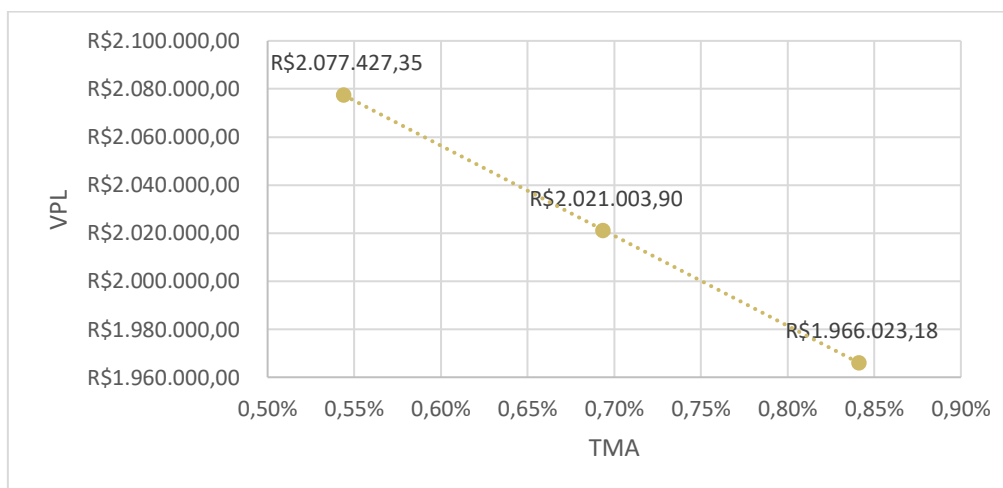
Gráfico 3 – Valor Presente Líquido de acordo com projeções de vendas



Fonte: Autor (2019)

Analisando a sensibilidade do sistema construtivo de acordo com a variação na taxa mínima de atratividade (APÊNDICE I e APÊNDICE J) podemos notar um comportamento inverso entre a TMA e o VPL, onde um aumento da TMA provoca uma diminuição do valor presente líquido.

Gráfico 4 – Sensibilidade do VPL em função da variação na TMA.

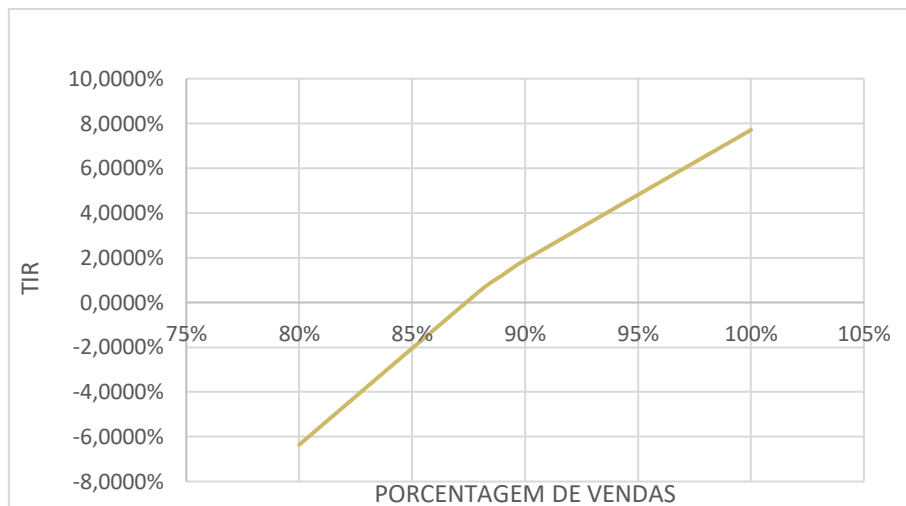


Fonte: Autor (2019)

Também se pode concluir que um aumento na TMA provoca um aumento no tempo de retorno de investimento.

Para verificar a quantidade de casas que tem que ser vendidas para ter se obter um retorno positivo dentro do período de construção, foi feita a análise de cenários. Os cenários projetados foram especificados no item 4.6.2 e seus fluxos de caixa encontram-se nos apêndices C, K e L.

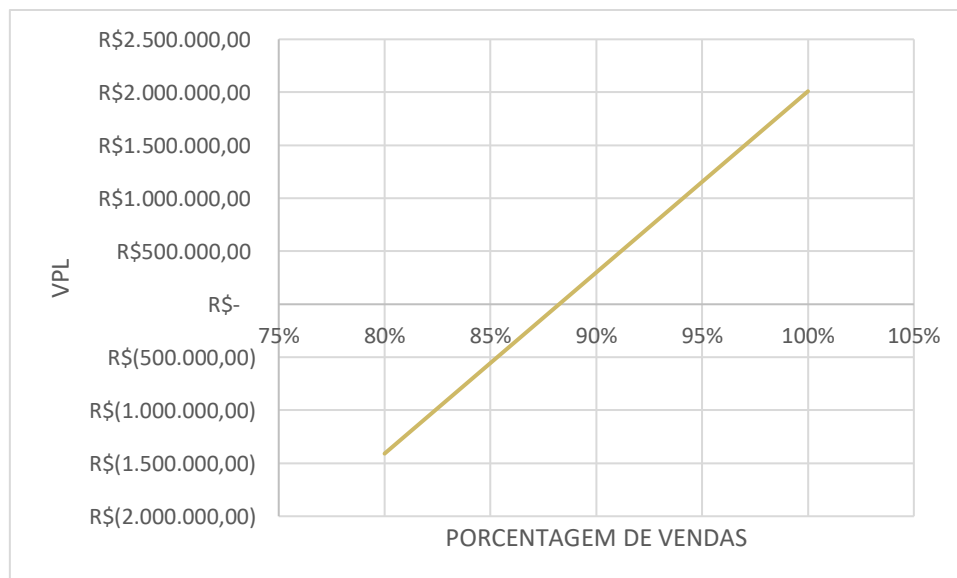
Gráfico 5 - TIR x Porcentagem de vendas



Fonte: Autor (2019)

Analisando os resultados referentes às simulações de cenários, observa-se que tem-se um retorno dentro do prazo de execução do empreendimento, quando aproximadamente 88% das vendas ocorrem dentro dos 12 meses de projeto, pois a partir disso tem-se uma TIR maior que a TMA, e um VPL positivo, conforme mostra o gráfico 6.

Gráfico 6 - VPL x Porcentagem de Vendas



Fonte: Autor (2019)

Portanto quanto mais concentradas no início do empreendimento forem as vendas e quanto maior a porcentagem de vendas dentro da execução do empreendimento, maiores são os retornos à construtora.

Além do mais, a diferença na redução do tempo resulta em outros ganhos, como o adiantamento do cronograma da obra e/ou a possibilidade de redução da quantidade de operários na obra, resultando em outras reduções de custos diretos e indiretos para a edificação. O enxugamento da equipe resulta, por exemplo, em uma considerável redução dos custos indiretos, como refeição, vale transporte e encargos sociais, mas como o objetivo deste trabalho é analisar apenas a viabilidade em relação ao custo global, não entraremos em mais detalhes.

5 CONCLUSÃO

Os principais resultados mostraram que dentro das condições estimadas de custos e receitas, preços de vendas avaliados e as taxas de desconto consideradas, a construção do empreendimento tende a ter uma viabilidade maior para o sistema paredes de concreto armado moldado no local.

O sistema construtivo parede de concreto mostra-se mais interessante de ser adotado quando aplicado a um empreendimento com grande número de unidades habitacionais, ou seja, apenas quando se tem um processo industrializado e repetitivo, uma vez que esse maior gasto por unidade habitacional pode ser “recuperado” pelo menor prazo de execução e pelo rateio do custo de aquisição das formas nas demais unidades.

Foi possível concluir que é necessário realizar pesquisas para conhecer o mercado que se deseja atender, realizar um planejamento econômico que permita avaliar os retornos financeiros do empreendimento, além de fatores externos que possam provocar mudanças no mercado, implicando em mudanças nos resultados estimados na concepção do projeto no decorrer do período de maturação do investimento.

Com a redução de custos, os valores finais para o comprador de cada edificação poderiam tornar-se mais atrativos. De outro modo, diversas benfeitorias poderiam ser realizadas pela construtora para a melhoria das residências e de outros fatores, como a área comum do conjunto habitacional.

No entanto, não se deve analisar apenas custos na adoção de um sistema construtivo. Igualmente importantes são os aspectos relacionados à racionalização e à redução dos desperdícios na obra, além dos retornos devido fluxos futuros. Onde foi possível constatar através das revisões bibliográficas que o sistema paredes de concreto armado moldadas no local é mais vantajoso nesses quesitos.

O sistema construtivo parede de concreto mostrou-se uma alternativa interessante em empreendimentos que exigem rapidez de execução, maior racionalização e redução de desperdícios, bem como em empreendimentos como maior número de unidades habitacionais, pois a execução da estrutura é extremamente rápida nesse sistema.

Este mesmo sistema mostrou-se mais racionalizado e qualitativo, visto que apresenta um maior controle em todo seu processo executivo. Além disso,

é um sistema construtivo mais limpo e ao mesmo tempo mais rápido, podendo ser executado com menos mão de obra. Pode-se inferir, portanto, que o sistema construtivo parede de concreto apresenta considerável redução dos custos administrativos da obra em relação ao sistema construtivo alvenaria estrutural, em virtude do menor prazo de execução do processo executivo. Neste trabalho realizado esse comparativo, sendo realizado apenas o comparativo global.

Através do atual trabalho apresentou-se a relevância da realização de um estudo de viabilidade econômico-financeira de um investimento, ferramenta essa utilizada na tomada de decisão, que aprova ou rejeita o investimento, a fim de evitar possíveis imprevistos e prejuízos que possam vir a ocorrer.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

ASSAF NETO, A. **Os métodos quantitativos de análise de investimentos.** Caderno de Estudos, n. 6, São Paulo, FIPECAFI, out. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual técnico de alvenaria.** São Paulo: Livraria Triângulo Editora, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM. **Paredes de Concreto:** rapidez de execução e diminuição de custos. Disponível em:< <http://abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html> >. Acesso em: 10 de abril .2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Agregados:** Terminologia. NBR 9935. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural:** Especificação. NBR 6136. Rio de Janeiro, 2006. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto:** Procedimento. NBR 10837. Rio de Janeiro, 1989. 20p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural:** Terminologia e requisitos. NBR 15270-2. Rio de Janeiro, 2005. 11p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 - **Projeto de estruturas de concreto:** Procedimento. Rio de Janeiro, 238 páginas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Aditivos para concreto de cimento Portland**: Especificação. NBR:11768. Rio de Janeiro, 1992. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Agregados – Determinação do inchamento de agregado miúdo**. Especificação. NBR:6467. Rio de Janeiro, 1987. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Blocos cerâmicos para alvenaria**: Especificação. NBR:7171. Rio de Janeiro, 1992. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de Estruturas de Concreto**: Procedimento. NBR:14931. Rio de Janeiro, 2004. 54p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Parede de concreto moldada in loco para a construção de edificações**: Requisitos e Procedimentos. NBR 16055. Rio de Janeiro, 2012.

AZEVEDO, H.S. DE. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.125p.

BORDEAUX-REGO, R. **Viabilidade Econômico-financeira de Projetos**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. Volume 1. 6ª edição. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 2010. 507p.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. Volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 2007. 264p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Banco de Projetos – Projetos Habitação de Interesse Social (HIS)**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>> . Acesso em: 04 de março. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Sinapi – Índices da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>> . Acesso em: 18 mar. 2019.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira, 2006. Apostila do Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. Disponível em: <http://pontocad.com/wpcontent/uploads/2010/11/Projeto_de_edificios_de_alvenaria_estrutural.pdf>. Acesso em: 16 março de 2019.

CARVALHO, J. D. N. D. Sobre as origens e desenvolvimento do concreto. **Revista Tecnológica**, Maringá, outubro 2008. 19-28.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 2ª edição. Brasília: Editora Unb, 2008. 389p.

CORRÊA, J. M. **Considerações sobre projeto e execução e edifícios em paredes de concreto moldados in loco**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). São Carlos, 72 páginas, 2012.

DUARTE, R.B. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural**. Porto Alegre: ANICER, 1999.

FACHINI, A. C. **Subsídios para a programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional**. 2005, 214p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FERREIRA, B. L. O.; POMPEU JUNIOR, L. G. C. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto – método executivo, vantagens e desvantagens de seu uso**. 2010. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal da Amazônia, Belém, 2010. Disponível em: <<http://www.unama.br/novoportal/ensino/graduacao/cursos/>>

engenhariacivil/attachments/article/128/ALVENARIA-ESTRUTURAL-BLOCOCONCRETO.pdf> . Acesso em: 27 de março. 2019.

FREIRE, T. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo**. 2001. 325p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Nota técnica: Déficit Habitacional no Brasil**. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/>>. Acesso em: 10 de março. 2019.

GITMAN, L. J. **Princípios da Administração Financeira**. 10. Ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

HENDRY, A.W. **Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe**. Prog. Struct. Eng. Mater. 2002; 4: 291–300. University of Edinburgh, Scotland.

HOCHHEIM, N. **Planejamento econômico e financeiro**. Florianópolis: UFSC, 2003. 174p.

HORNGREN, C. T.; SUNDEM, G. I.; STRATTON, W. O. **Contabilidade gerencial**. 12. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. 2v. 1712 p.

KASSAI, J.R. ; KASSAI, S.; SANTOS, A. dos; ASSAF, N.; FIPECAPÍ, Alexandre. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LISBOA, R. Q. **Análise comparativa entre prédios com estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural**. 2008. 69 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia, Belém, 2008. Disponível em: <http://www.unama.br/novoportal/ensino/graduacao/cursos/engenhariacivil/attachments/article/125/analise_predios_convencional_alvenaria_estrutural.pdf>. Acesso em: 27 de março. 2019.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J M. **Concreto, estrutura, propriedades e materiais**. Tradução de Paulo Helene R. L. (coord.). São Paulo: Editora Pini, 1994. 345p.

MENEZES, Luis César de Moura. **Gestão de projetos**. São Paulo: Atlas, 2003.
MISURELLI H.; MASSUDA C. **Como construir parede de concreto**. Revista Técnica, e. 147, p. 74-80, jun. 2009.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. **Paredes de concreto**. Revista Técnica, São Paulo, v. 147, n. 17, julho. 2009. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenhariacivil/146/artigo141977-3.asp>>. Acesso em: 28 março. 2019.

MOTTA, R.R. ; CALÔBA, G.M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PANDOLFO, A. **Edificações com paredes de concreto**. Técnica, São Paulo, n. 118, janeiro 2007.

POZZOBON, M.A. **Comparativo de custos entre Alvenaria de tijolos e de blocos de concreto**. < <http://prontomix.blogspot.com.br/2012/10/comparativo-de-custos-entre-alvenaria.html> >. Acesso em: 16 de abril de 2019.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S.; **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**, São Paulo: Pini, 2003. 174p.

RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

ROMAN, H.R.; MUTTI, C.N.; ARAÚJO, H.N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

SABBATINI, F. H., 1984, **Alvenaria estrutural**: materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Brasília: Caixa Econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano, 2003.

SABBATINI, F. H., 1986. **Argamassa de assentamento para paredes de alvenaria resistente**. Boletim técnico n.02/86. Escola Politécnica da USP. São Paulo, SP.

SAMANEZ, C.P. **Matemática Financeira – Aplicação à análise de investimentos**. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

SELECTA BLOCOS. **Amarração de paredes**. 2014. Disponível em: <http://selectablocos.com.br/alvenaria_estrutural_detalhes_construtivos_02.html>. Acessado em: 03 de abril. 2019.

SILVA, F.B. **Paredes de concreto armado moldadas in loco**. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-deconcreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>>. Acesso em: 25 de março de 2019.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Atlas 2001

TAUIL, C.A., NESE, F.J.M., 2010, **Alvenaria Estrutural**. 1 ed. São Paulo, SP, PINI.

TCPO 13. **Tabela de Composição de Preços para Orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini. 2013.

THOMAZ, E. **Código de Práticas nº 1 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

VENTURINI, J. **Casas com paredes de concreto**. Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em: <
<http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/37/artigo220698-2.asp>.
Acesso em: 25 de março de 2019.

ANEXOS

ANEXO A – PROJETO PADRÃO CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

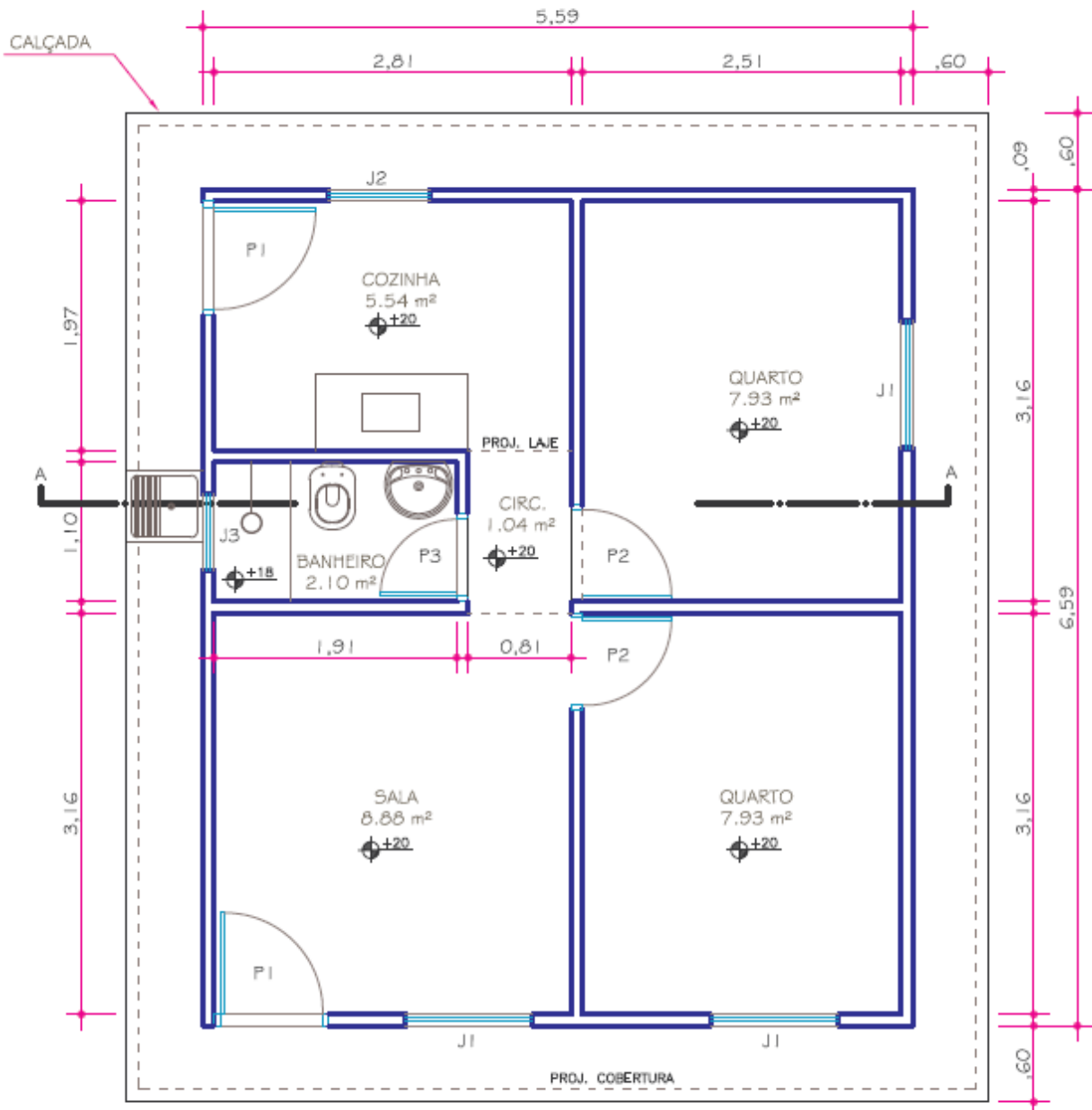


CAIXA

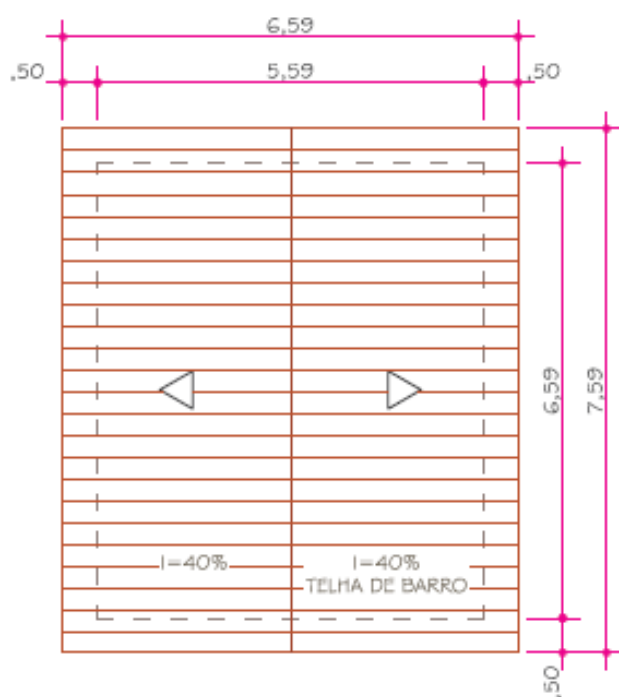


Cadernos CAIXA Projeto padrão – casas populares

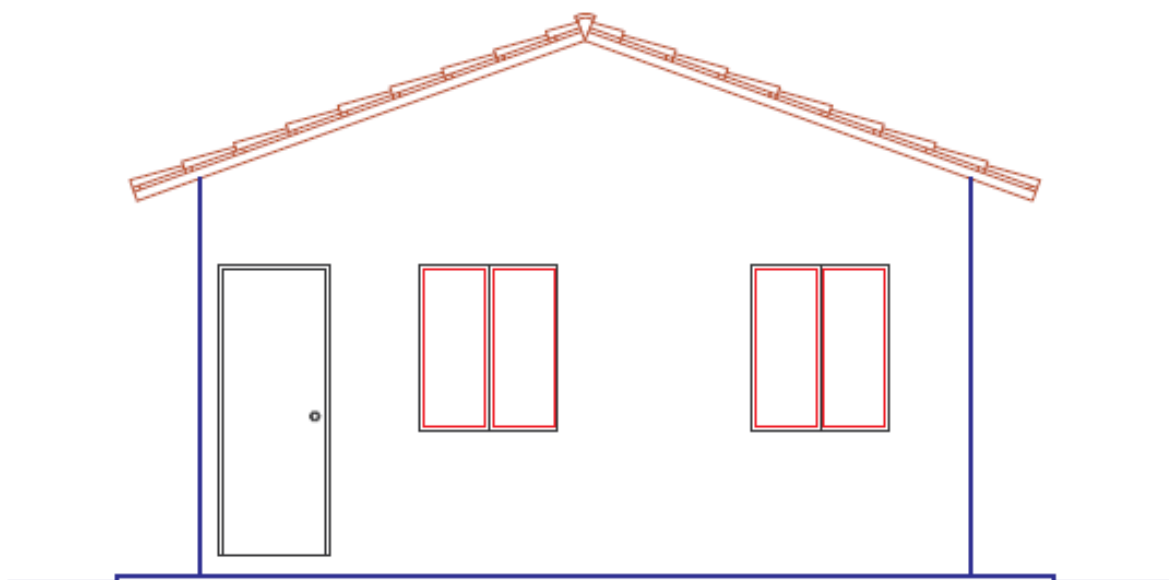
GIDUR/VT
Vitória - ES
fevereiro 2006



PLANTA BAIXA DA ARQUITETURA
 ESCALA 1/50



PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1/100



FACHADA
ESCALA 1/50

APÊNDICE

APÊNDICE A – ORÇAMENTO GLOBAL ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS CERÂMICOS

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (Material+Mão-de-obra) R\$	Subtotais R\$	Totais R\$
1. PRELIMINARES						
1.1.	Raspagem e limpeza manual do terreno	M2	150,00	R\$ 4,13	R\$ 619,50	R\$ 835,38
1.2.	Locação de obra e execução de gabarito	M2	36,84	R\$ 5,86	R\$ 215,88	
2. ESTRUTURA						
2.1.	FUNDAÇÕES					
2.1.1.	Escavação manual de vala em solo de 1ª Categoria até 2 metros	M3	3,71	R\$ 65,43	R\$ 242,75	R\$ 5.822,65
2.1.2.	Apiloamento fundo de vala com maço 30Kg	M2	14,84	R\$ 16,85	R\$ 250,05	
2.1.3.	Aterro interno compactado manualmente	M3	2,70	R\$ 116,25	R\$ 313,88	
2.1.4.	Viga baldrame 2 blocos de concreto calha 14x19x39 com 2 barras	M	5,00	R\$ 573,22	R\$ 2.866,10	
2.1.5.	Lastro de concreto magro e=5cm	M3	0,74	R\$ 441,15	R\$ 326,45	
2.1.6.	Pintura impermeabilizante a base de resina epoxi 2 demaos	M2	35,42	R\$ 51,48	R\$ 1.823,42	
2.2.	SUPERESTRUTURA					
2.1.1.	LAJE					
2.2.1.1.	Laje pré-fabricada capeamento=2cm, enchimento=8cm (total=10cm)	M2	3,83	R\$ 95,02	R\$ 363,93	R\$ 363,93
2.2.2.	PAREDES					
2.2.2.1.	Alvenaria bloco cerâmico 9x19x39cm	M2	94,79	R\$ 40,77	R\$ 3.864,59	R\$ 5.700,46
2.2.2.2.	Verga e contraverga bloco calha 9x19x19 com 2 barras 5mm	M	23,60	R\$ 16,24	R\$ 383,26	
2.2.2.3.	Viga e travamento/respaldo 1 fiada bloco 9x19x19 com 2 barras	M	48,02	R\$ 30,25	R\$ 1.452,61	
3. COBERTURA						
3.1.	Estrutura em madeira para telha cerâmica apoiada em parede	M2	50,02	R\$ 67,05	R\$ 3.353,84	R\$ 6.973,29
3.2.	Telha cerâmica tipo plan inclinação de 33% com argamassa 1:2:8	M2	50,02	R\$ 72,36	R\$ 3.619,45	

4. ESQUADRIAS							
4.1.	PORTAS						
4.1.1.	Porta de madeira almofadada semi-oca 80x210x3cm com ferragem	UN.	2	R\$ 482,68	R\$ 965,36	R\$	2.093,44
4.1.2.	Porta madeira compensada lisa para pintura 70x210x3,5 com ferragem	UN.	2	R\$ 266,64	R\$ 533,28		
4.1.3.	Porta madeira compensada lisa para pintura 60x210x3,5 com ferragem	UN.	1	R\$ 261,32	R\$ 261,32		
4.1.4.	Fechadura de embutir para porta externa padrão popular	UN.	2	R\$ 76,35	R\$ 152,70		
4.1.5.	Fechadura de embutir para porta interna padrão popular	UN.	3	R\$ 60,26	R\$ 180,78		
4.2.	JANELAS						
4.2.1.	Janela de abrir 2 folhas de madeira, veneziana/vidro, com ferragens	M2	3,60	R\$ 521,29	R\$ 1.876,64	R\$	2.210,24
4.2.2.	Báscula de madeira para pintura, 80x80cm, com ferragens	M2	0,64	R\$ 412,30	R\$ 263,87		
4.2.3.	Báscula de madeira para pintura, 60x60cm, com ferragens	M2	0,36	R\$ 193,67	R\$ 69,72		
5. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS							
5.1.	TUBULAÇÕES E FIAÇÃO						
5.1.1.	Eletroduto pvc flexível corrugado 3/4"	M	19,00	R\$ 5,84	R\$ 110,96	R\$	1.284,77
5.1.2.	Eletroduto pvc flexível corrugado 1"	M	6,00	R\$ 7,88	R\$ 47,28		
5.1.3.	Eletroduto pvc flexível corrugado 1 1/4"	M	30,00	R\$ 9,86	R\$ 295,80		
5.1.4.	Cabo cobre isolado 750V 1,5mm ²	M	104,00	R\$ 2,10	R\$ 218,40		
5.1.5.	Cabo cobre isolado 750V 2,5mm ²	M	49,00	R\$ 2,97	R\$ 145,53		
5.1.6.	Cabo cobre isolado 750V 6,0mm ²	M	27,00	R\$ 6,20	R\$ 167,40		
5.1.7.	Cabo cobre isolado 750V 10mm ²	M	30,00	R\$ 9,98	R\$ 299,40		
5.2.	CAIXAS DE PASSAGEM						
5.2.1.	Caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	UN.	15,00	R\$ 5,42	R\$ 81,30	R\$	91,42
5.2.2.	Caixa de passagem pvc 3" octogonal	UN.	1,00	R\$ 10,12	R\$ 10,12		
5.3.	INTERRUPTORES E TOMADAS						
5.3.1.	Interruptor simples de embutir 1 tecla	UN.	2,00	R\$ 11,26	R\$ 22,52	R\$	164,89
5.3.2.	Interruptor simples de embutir 2 teclas	UN.	2,00	R\$ 17,54	R\$ 35,08		
5.3.3.	Interruptor 1 tecla + 1 tomada 2P+T	UN.	1,00	R\$ 20,42	R\$ 20,42		
5.3.4.	Tomada de embutir 2P+T 10A/250V com placa	UN.	6,00	R\$ 11,11	R\$ 66,66		
5.3.5.	Tomada dupla de embutir 2x2P+T 10A/250V	UN.	1,00	R\$ 20,21	R\$ 20,21		
5.4.	ILUMINARIAS E CHUVEIRO						
5.4.1.	Luminária globo vidro leitoso/plafon/bocal/lampada 60w	UN.	7,00	R\$ 56,60	R\$ 396,20	R\$	443,89
5.4.2.	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha	UN.	1,00	R\$ 47,69	R\$ 47,69		
5.5.	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO						
5.5.1.	Quadro de distribuição de energia para 6 disjuntores em chapa	UN.	1,00	R\$ 79,68	R\$ 79,68	R\$	1.101,34
5.5.2.	Disjuntor monopolar 10A	UN.	2,00	R\$ 14,52	R\$ 29,04		
5.5.3.	Disjuntor monopolar 20A	UN.	1,00	R\$ 14,52	R\$ 14,52		
5.5.4.	Disjuntor monopolar 30A	UN.	1,00	R\$ 21,87	R\$ 21,87		
5.5.5.	Entrada de energia elétrica monofásica com posto de concreto	UN.	1,00	R\$ 956,23	R\$ 956,23		

6. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS							
6.1.	TUBULAÇÕES						
6.1.1.	Tubo de pvc soldavel 20mm	M	20,00	R\$ 5,82	R\$ 116,40	R\$	310,73
6.1.2.	Tubo de pvc soldavel 25mm	M	7,00	R\$ 7,02	R\$ 49,14		
6.1.3.	Te de pvc soldavel agua fria 25mm	UN.	4,00	R\$ 5,60	R\$ 22,40		
6.1.4.	Joelho de pvc soldavel 90° agua fria 20mm	UN.	8,00	R\$ 4,00	R\$ 32,00		
6.1.5.	Joelho de pvc soldavel 90° agua fria 25mm	UN.	3,00	R\$ 4,79	R\$ 14,37		
6.1.6.	Joelho pvc soldavel rosca metalica 90° agua fria 20mmX1/2"	UN.	5,00	R\$ 7,69	R\$ 38,45		
6.1.7.	Redução de pvc soldavel agua fria 25x20mm	UN.	5,00	R\$ 3,47	R\$ 17,35		
6.1.8.	Luva pvc soldavel com rosca agua fria 20mmX1/2"	UN.	2,00	R\$ 3,07	R\$ 6,14		
6.1.9.	Luva pvc soldavel com rosca agua fria 25mmX3/4"	UN.	4,00	R\$ 3,62	R\$ 14,48		
6.2.	REGISTROS E RESERVATÓRIO						
6.2.1.	Reservatório de fibrocimento 500L com acessórios	UN.	1,00	R\$ 280,73	R\$ 280,73	R\$	448,32
6.2.2.	Kit cavalete pvc com registro 3/4"	UN.	1,00	R\$ 30,58	R\$ 30,58		
6.2.3.	Registro gaveta 3/4" bruto latão	UN.	1,00	R\$ 24,18	R\$ 24,18		
6.2.4.	Registro gaveta 3/4" acabamento cromado simples	UN.	1,00	R\$ 59,00	R\$ 59,00		
6.2.5.	Registro de pressão cromado com canopla 1/2"	UN.	1,00	R\$ 53,83	R\$ 53,83		
6.3	LOUÇAS SANITÁRIAS						
6.3.1.	Vaso sanitário assento plastico caixa de descarga externa	UN.	1,00	R\$ 237,61	R\$ 237,61	R\$	763,05
6.3.2.	Lavatorio louça branca suspenso com sifao engate e torneira	UN.	1,00	R\$ 125,38	R\$ 125,38		
6.3.3.	Tanque de marmore sintetico com sifao valvula e torneira	UN.	1,00	R\$ 172,50	R\$ 172,50		
6.3.4.	Bancada de marmore 120x60cm com cuba, torneira cromada e valvula	UN.	1,00	R\$ 227,56	R\$ 227,56		
7. INSTALAÇÕES SANITÁRIAS							
7.1.	TUBULAÇÕES						
7.1.1.	Tubo pvc esgoto predial dn40mm com conexao	M	12,00	R\$ 20,08	R\$ 240,96	R\$	967,49
7.1.2.	Tubo pvc esgoto predial dn50mm com conexao	M	2,00	R\$ 26,20	R\$ 52,40		
7.1.3.	Tubo pvc esgoto predial dn100mm com conexao	M	10,00	R\$ 38,34	R\$ 383,40		
7.1.4.	Curva pvc curta 90g esgoto 40mm	UN.	3,00	R\$ 5,89	R\$ 17,67		
7.1.5.	Curva pvc curta 90g esgoto 100mm	UN.	3,00	R\$ 20,93	R\$ 62,79		
7.1.6.	Joelho pvc 45g esgoto 40mm	UN.	2,00	R\$ 7,89	R\$ 15,78		
7.1.7.	Joelho pvc 90g esgoto 40mm	UN.	3,00	R\$ 7,75	R\$ 23,25		
7.1.8.	Te pvc esgoto dn=100mm	UN.	2,00	R\$ 56,58	R\$ 113,16		
7.1.9.	Junção pvc esgoto 100x50mm	UN.	1,00	R\$ 23,60	R\$ 23,60		
7.1.10.	Junção pvc esgoto 50x50mm	UN.	1,00	R\$ 10,86	R\$ 10,86		
7.1.11.	Luva pvc esgoto dn40mm	UN.	3,00	R\$ 4,30	R\$ 12,90		
7.1.12.	Luva pvc esgoto dn100mm	UN.	1,00	R\$ 10,72	R\$ 10,72		

7.2.	CAIXAS						
7.2.1.	Caixa sifonada pvc 100x100x40mm	UN.	1,00	R\$ 35,56	R\$ 35,56	R\$	500,32
7.2.2.	Caixa de inspeção concreto premoldado 60x60x50cm com tampa	UN.	1,00	R\$ 180,86	R\$ 180,86		
7.2.3.	Caixa de gordura concreto premoldado 60x60x50cm com tampa	UN.	1,00	R\$ 113,12	R\$ 113,12		
7.2.4.	Caixa de passagem 60x60x50cm com tampa	UN.	1,00	R\$ 170,78	R\$ 170,78		
8.	REVESTIMENTOS						
8.1.	PAREDES INTERNAS						
8.1.1.	Chapisco traço 1:3 (cimento e areia grossa) e=0,5cm	M2	142,54	R\$ 4,51	R\$ 642,86	R\$	5.819,90
8.1.2.	Reboco traço 1:2:8 e=2,0cm	M2	142,54	R\$ 22,33	R\$ 3.182,92		
8.1.3.	Pintura latex pva duas demaos	M2	117,49	R\$ 8,62	R\$ 1.012,76		
8.1.4.	Fundo selador pvc 1 demao	M2	117,49	R\$ 3,27	R\$ 384,19		
8.1.5.	Azulejo 20x20 1ª qualidade assentado com argamassa colante	M2	24,82	R\$ 24,06	R\$ 597,17		
8.2.	PAREDES EXTERNAS						
8.2.1.	Chapisco traço 1:3 (cimento e areia grossa) com imperm. e=0,5cm	M2	71,12	R\$ 5,43	R\$ 386,18	R\$	3.050,97
8.2.2.	Reboco traço 1:2:8 e=2,0cm	M2	71,12	R\$ 25,33	R\$ 1.801,47		
8.2.3.	Pintura latex pva duas demaos	M2	70,59	R\$ 9,07	R\$ 640,25		
8.2.4.	Fundo selador acrilico 1 demao	M2	70,59	R\$ 3,16	R\$ 223,06		
8.3.	PORTAS						
8.3.1.	Pintura esmalte para madeira 2 demaos sobre fundo nivelado	M2	22,68	R\$ 18,43	R\$ 417,99	R\$	417,99
8.4.	PISOS						
8.4.1.	Contrapiso lastro de concreto não estrutural e=6cm	M2	35,56	R\$ 25,32	R\$ 900,38	R\$	2.146,58
8.4.2.	Piso cerâmico popular pei-4 com argamassa colante e rejunte	M2	35,56	R\$ 21,16	R\$ 752,45		
8.4.3.	Calçada em concreto 12MPa traço 1:3:5 e=7cm com junta de dilatação	M2	16,84	R\$ 29,32	R\$ 493,75		
8.5.	FORROS						
8.5.1.	Forro de pvc em regua de 100mm com colocação e estrutura	M2	33,05	R\$ 22,66	R\$ 748,91	R\$	748,91
9.	TOTAL sem acréscimos	UN.	1			R\$	42.259,95
10.	TOTAL com acréscimos	UN.	1			R\$	52.824,93

APÊNDICE B – ORÇAMENTO GLOBAL CONCRETO ARMADO

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário R\$	Subtotais R\$	Totais R\$
1. PRELIMINARES						
1.1.	Raspagem e limpeza manual do terreno	M2	150,00	R\$ 4,13	R\$ 619,50	R\$ 835,38
1.2.	Locação de obra e execução de gabarito	M2	36,84	R\$ 5,86	R\$ 215,88	
2. ESTRUTURA						
2.1.	FUNDAÇÕES					
2.1.1	SAPATAS					
2.1.1.1	Escavação manual de vala em solo de 1ª Categoria até 2 metros	M3	6,78	R\$ 65,43	R\$ 443,62	R\$ 2.236,83
2.1.1.2	Apiloamento fundo de vala com maço 30Kg	M2	9,72	R\$ 16,85	R\$ 163,78	
2.1.1.3	Lastro de brita	M3	0,86	R\$ 109,97	R\$ 94,57	
2.1.1.4	Lastro de concreto magro e=5cm	M3	0,49	R\$ 441,15	R\$ 216,16	
2.1.1.5	Forma tabua para concreto em fundação, reaproveitamento de 2 vezes	M2	7,68	R\$ 53,48	R\$ 410,73	
2.1.1.6	Armação aço CA-50 8mm, com fornecimento/corte/dobra/colocação	KG	35,82	R\$ 10,32	R\$ 369,66	
2.1.1.7	Concreto usinado bombeado 20MPa com lançamento e adensamento	M3	1,54	R\$ 346,23	R\$ 533,19	
2.1.1.8	Aterro interno compactado manualmente	M3	3,86	R\$ 116,25	R\$ 448,73	
2.2.1	BALDRAME					
2.2.1.1	Escavação manual de vala em solo de 1ª Categoria até 2 metros	M3	3,40	R\$ 65,43	R\$ 222,46	R\$ 4.446,75
2.2.1.2	Apiloamento fundo de vala com maço 30Kg	M2	9,72	R\$ 16,85	R\$ 163,78	
2.2.1.3	Lastro de brita	M3	0,86	R\$ 109,97	R\$ 94,57	
2.2.1.4	Lastro de concreto magro e=5cm	M3	0,48	R\$ 441,15	R\$ 211,75	
2.2.1.5	Forma tabua para concreto em fundação, reaproveitamento de 2 vezes	M2	15,43	R\$ 53,48	R\$ 825,20	
2.2.1.6	Armação aço CA-50 8mm, com fornecimento/corte/dobra/colocação	KG	51,09	R\$ 10,32	R\$ 527,25	
2.2.1.7	Armação aço CA-60 5mm, com fornecimento/corte/dobra/colocação	KG	24,50	R\$ 30,54	R\$ 748,23	
2.2.1.8	Concreto usinado bombeado 20MPa com lançamento e adensamento	M3	1,46	R\$ 346,23	R\$ 505,50	
2.2.1.9	Pintura impermeabilizante a base de resina epoxi 2 demaos	M2	22,30	R\$ 51,48	R\$ 1.148,00	
2.2.	SUPERESTRUTURA					
2.2.1	Forma metálica, incluindo forma e desforma, reaproveitamento de 100x	CJ	1	R\$ 156.277,00	R\$ 156.277,00	R\$ 159.952,18
2.2.2	Concreto usinado bombeado 20MPa com lançamento e adensamento	M3	8,54	R\$ 346,23	R\$ 2.956,80	
2.2.3	Armação do sistema de paredes de concreto, tela q-61	KG	78,00	R\$ 9,21	R\$ 718,38	

3. COBERTURA								
3.1.	Estrutura em madeira para telha cerâmica apoiada em parede	M2	50,02	R\$	67,05	R\$	3.353,84	R\$ 6.973,29
3.2.	Telha cerâmica tipo plan inclinação de 33% com argamassa 1:2:8	M2	50,02	R\$	72,36	R\$	3.619,45	
4. ESQUADRIAS								
4.1.	PORTAS							
4.1.1.	Porta de madeira almofadada semi-oca 80x210x3cm com ferragem	UN.	2	R\$	482,68	R\$	965,36	R\$ 2.093,44
4.1.2.	Porta madeira compensada lisa para pintura 70x210x3,5 com ferragem	UN.	2	R\$	266,64	R\$	533,28	
4.1.3.	porta madeira compensada lisa para pintura 60x210x3,5 com ferragem	UN.	1	R\$	261,32	R\$	261,32	
4.1.4.	Fechadura de embutir para porta externa padrão popular	UN.	2	R\$	76,35	R\$	152,70	
4.1.5.	Fechadura de embutir para porta interna padrão popular	UN.	3	R\$	60,26	R\$	180,78	
4.2.	JANELAS							
4.2.1.	Janela de abrir 2 folhas de madeira, veneziana/vidro, com ferragens	M2	3,60	R\$	521,29	R\$	1.876,64	R\$ 2.210,24
4.2.2.	Báscula de madeira para pintura, 80x80cm, com ferragens	M2	0,64	R\$	412,30	R\$	263,87	
4.2.3.	Báscula de madeira para pintura, 60x60cm, com ferragens	M2	0,36	R\$	193,67	R\$	69,72	
5. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS								
5.1.	TUBULAÇÕES E FIAÇÃO							
5.1.1.	Eletroduto pvc flexível corrugado 3/4"	M	19,00	R\$	5,84	R\$	110,96	R\$ 1.284,77
5.1.2.	Eletroduto pvc flexível corrugado 1"	M	6,00	R\$	7,88	R\$	47,28	
5.1.3.	Eletroduto pvc flexível corrugado 1 1/4"	M	30,00	R\$	9,86	R\$	295,80	
5.1.4.	Cabo cobre isolado 750V 1,5mm ²	M	104,00	R\$	2,10	R\$	218,40	
5.1.5.	Cabo cobre isolado 750V 2,5mm ²	M	49,00	R\$	2,97	R\$	145,53	
5.1.6.	Cabo cobre isolado 750V 6,0mm ²	M	27,00	R\$	6,20	R\$	167,40	
5.1.7.	Cabo cobre isolado 750V 10mm ²	M	30,00	R\$	9,98	R\$	299,40	
5.2.	CAIXAS DE PASSAGEM							
5.2.1.	Caixa de passagem pvc 4x2" - fornecimento e instalação	UN.	15,00	R\$	5,42	R\$	81,30	R\$ 91,42
5.2.2.	Caixa de passagem pvc 3" octogonal	UN.	1,00	R\$	10,12	R\$	10,12	
5.3.	INTERRUPTORES E TOMADAS							
5.3.1.	Interruptor simples de embutir 1 tecla	UN.	2,00	R\$	11,26	R\$	22,52	R\$ 164,89
5.3.2.	Interruptor simples de embutir 2 teclas	UN.	2,00	R\$	17,54	R\$	35,08	
5.3.3.	Interruptor 1 tecla + 1 tomada 2P+T	UN.	1,00	R\$	20,42	R\$	20,42	
5.3.4.	Tomada de embutir 2P+T 10A/250V com placa	UN.	6,00	R\$	11,11	R\$	66,66	
5.3.5.	Tomada dupla de embutir 2x2P+T 10A/250V	UN.	1,00	R\$	20,21	R\$	20,21	

5.4.	ILUMINARIAS E CHUVEIRO								
5.4.1.	Luminária globo vidro leitoso/plafonier/bocal/lampada 60w	UN.	7,00	R\$	56,60	R\$	396,20	R\$	443,89
5.4.2.	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha	UN.	1,00	R\$	47,69	R\$	47,69		
5.5.	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO								
5.5.1.	Quadro de distribuição de energia para 6 disjuntores em chapa	UN.	1,00	R\$	79,68	R\$	79,68	R\$	1.101,34
5.5.2.	Disjuntor monopolar 10A	UN.	2,00	R\$	14,52	R\$	29,04		
5.5.3.	Disjuntor monopolar 20A	UN.	1,00	R\$	14,52	R\$	14,52		
5.5.4.	Disjuntor monopolar 30A	UN.	1,00	R\$	21,87	R\$	21,87		
5.5.5.	Entrada de energia elétrica monofásica com posto de concreto	UN.	1,00	R\$	956,23	R\$	956,23		
6.	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS								
6.1.	TUBULAÇÕES								
6.1.1.	Tubo de pvc soldavel 20mm	M	20,00	R\$	5,82	R\$	116,40	R\$	310,73
6.1.2.	Tubo de pvc soldavel 25mm	M	7,00	R\$	7,02	R\$	49,14		
6.1.3.	Te de pvc soldavel agua fria 25mm	UN.	4,00	R\$	5,60	R\$	22,40		
6.1.4.	Joelho de pvc soldavel 90° agua fria 20mm	UN.	8,00	R\$	4,00	R\$	32,00		
6.1.5.	Joelho de pvc soldavel 90° agua fria 25mm	UN.	3,00	R\$	4,79	R\$	14,37		
6.1.6.	Joelho pvc soldavel rosca metalica 90° agua fria 20mmX1/2"	UN.	5,00	R\$	7,69	R\$	38,45		
6.1.7.	Redução de pvc soldavel agua fria 25x20mm	UN.	5,00	R\$	3,47	R\$	17,35		
6.1.8.	Luva pvc soldavel com rosca agua fria 20mmX1/2"	UN.	2,00	R\$	3,07	R\$	6,14		
6.1.9.	Luva pvc soldavel com rosca agua fria 25mmX3/4"	UN.	4,00	R\$	3,62	R\$	14,48		
6.2.	REGISTROS E RESERVATÓRIO								
6.2.1.	Reservatório de fibrocimento 500L com acessorios	UN.	1,00	R\$	280,73	R\$	280,73	R\$	448,32
6.2.2.	Kit cavalete pvc com registro 3/4"	UN.	1,00	R\$	30,58	R\$	30,58		
6.2.3.	Registro gaveta 3/4" bruto latão	UN.	1,00	R\$	24,18	R\$	24,18		
6.2.4.	Registro gaveta 3/4" acabamento cromado simples	UN.	1,00	R\$	59,00	R\$	59,00		
6.2.5.	Registro de pressão cromado com canopla 1/2"	UN.	1,00	R\$	53,83	R\$	53,83		
6.3	LOUÇAS SANITÁRIAS								
6.3.1.	Vaso sanitário assento plastico caixa de descarga externa	UN.	1,00	R\$	237,61	R\$	237,61	R\$	763,05
6.3.2.	Lavatorio louça branca suspenso com sifao engate e torneira	UN.	1,00	R\$	125,38	R\$	125,38		
6.3.3.	Tanque de marmore sintetico com sifao valvula e torneira	UN.	1,00	R\$	172,50	R\$	172,50		
6.3.4.	Bancada de marmore 120x60cm com cuba, torneira cromada e valvula	UN.	1,00	R\$	227,56	R\$	227,56		
7.	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS								
7.1.	TUBULAÇÕES								
7.1.1.	Tubo pvc esgoto predial dn40mm com conexao	M	12,00	R\$	20,08	R\$	240,96	R\$	967,49
7.1.2.	Tubo pvc esgoto predial dn50mm com conexao	M	2,00	R\$	26,20	R\$	52,40		
7.1.3.	Tubo pvc esgoto predial dn100mm com conexao	M	10,00	R\$	38,34	R\$	383,40		
7.1.4.	Curva pvc curta 90g esgoto 40mm	UN.	3,00	R\$	5,89	R\$	17,67		
7.1.5.	Curva pvc curta 90g esgoto 100mm	UN.	3,00	R\$	20,93	R\$	62,79		
7.1.6.	Joelho pvc 45g esgoto 40mm	UN.	2,00	R\$	7,89	R\$	15,78		
7.1.7.	Joelho pvc 90g esgoto 40mm	UN.	3,00	R\$	7,75	R\$	23,25		
7.1.8.	Te pvc esgoto dn=100mm	UN.	2,00	R\$	56,58	R\$	113,16		
7.1.9.	Junção pvc esgoto 100x50mm	UN.	1,00	R\$	23,60	R\$	23,60		
7.1.10.	Junção pvc esgoto 50x50mm	UN.	1,00	R\$	10,86	R\$	10,86		
7.1.11.	Luva pvc esgoto dn40mm	UN.	3,00	R\$	4,30	R\$	12,90		
7.1.12.	Luva pvc esgoto dn100mm	UN.	1,00	R\$	10,72	R\$	10,72		

7.2.	CAIXAS							
7.2.1.	Caixa sifonada pvc 100x100x40mm	UN.	1,00	R\$	35,56	R\$	35,56	R\$ 500,32
7.2.2.	Caixa de inspeção concreto premoldado 60x60x50cm com tampa	UN.	1,00	R\$	180,86	R\$	180,86	
7.2.3.	Caixa de gordura concreto premoldado 60x60x50cm com tampa	UN.	1,00	R\$	113,12	R\$	113,12	
7.2.4.	Caixa de passagem 60x60x50cm com tampa	UN.	1,00	R\$	170,78	R\$	170,78	
8.	REVESTIMENTOS							
8.1.	PAREDES INTERNAS							
8.1.1.	Pintura latex pva duas demaos	M2	117,49	R\$	8,62	R\$	1.012,76	R\$ 1.396,96
8.1.2.	Fundo selador pvc 1 demao	M2	117,49	R\$	3,27	R\$	384,19	
8.2.	PAREDES EXTERNAS							
8.2.1.	Pintura latex pva duas demaos	M2	70,59	R\$	9,07	R\$	640,25	R\$ 863,32
8.2.2.	Fundo selador acrilico 1 demao	M2	70,59	R\$	3,16	R\$	223,06	
8.3.	PORTAS							
8.3.1.	Pintura esmalte para madeira 2 demaos sobre fundo nivelado	M2	22,68	R\$	18,43	R\$	417,99	R\$ 417,99
8.4.	PISOS							
8.4.1.	Contrapiso lastro de concreto não estrutural e=5cm	M2	35,56	R\$	25,32	R\$	900,38	R\$ 2.146,58
8.4.2.	Piso cerâmico popular pei-4 com argamassa colante e rejunte	M2	35,56	R\$	21,16	R\$	752,45	
8.4.3.	Calçada em concreto 12MPa traço 1:3:5 e=7cm com junta de dilatação	M2	16,84	R\$	29,32	R\$	493,75	
8.5.	FORROS							
8.5.1.	Forro de pvc em regua de 100mm com colocação e estrutura	M2	33,05	R\$	22,66	R\$	748,91	R\$ 748,91
9.	TOTAL sem acréscimos	UN.	1					R\$ 190.398,08
10.	TOTAL com acréscimos	UN.	1					R\$ 237.997,60

APÊNDICE C – FLUXO DE CAIXA SISTEMA CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO (12 MESES)

CENÁRIO REALISTA						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$	959.998,05	-R\$	3.059.998,05	-R\$ 953.384,42	-R\$ 3.053.384,42
2	-R\$	995.998,80	-R\$	4.055.996,85	-R\$ 982.322,78	-R\$ 4.035.707,20
3	R\$	819.871,02	-R\$	3.236.125,83	R\$ 803.042,70	-R\$ 3.232.664,51
4	R\$	804.348,48	-R\$	2.431.777,35	R\$ 782.411,18	-R\$ 2.450.253,33
5	R\$	879.312,42	-R\$	1.552.464,93	R\$ 849.438,05	-R\$ 1.600.815,28
6	R\$	839.144,48	-R\$	713.320,45	R\$ 805.050,17	-R\$ 795.765,11
7	R\$	761.744,49	R\$	48.424,04	R\$ 725.760,33	-R\$ 70.004,78
8	R\$	407.019,45	R\$	455.443,49	R\$ 385.120,62	R\$ 315.115,84
9	R\$	487.534,77	R\$	942.978,26	R\$ 458.125,96	R\$ 773.241,80
10	R\$	411.448,75	R\$	1.354.427,01	R\$ 383.965,99	R\$ 1.157.207,78
11	R\$	483.186,77	R\$	1.837.613,78	R\$ 447.805,83	R\$ 1.605.013,61
12	R\$	451.971,22	R\$	2.289.585,00	R\$ 415.990,29	R\$ 2.021.003,90
TMA		0,6937%				
TIR		8,061%				
VPL	R\$	2.021.003,90				
PAYBACK		6,936430075				
PAYBACK DESCONTADO		7,181773639				

APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA SISTEMA ALVENARIA ESTRUTURAL BLOCOS CERÂMICOS (12 MESES)

CENÁRIO REALISTA						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$	1.286.030,06	-R\$	3.386.030,06	-R\$ 1.277.170,33	-R\$ 3.377.170,33
2	-R\$	1.295.852,21	-R\$	4.681.882,27	-R\$ 1.278.058,92	-R\$ 4.655.229,25
3	R\$	527.918,00	-R\$	4.153.964,27	R\$ 517.082,18	-R\$ 4.138.147,07
4	R\$	515.458,05	-R\$	3.638.506,22	R\$ 501.399,77	-R\$ 3.636.747,30
5	R\$	690.318,00	-R\$	2.948.188,22	R\$ 666.864,66	-R\$ 2.969.882,64
6	R\$	727.311,79	-R\$	2.220.876,43	R\$ 697.761,22	-R\$ 2.272.121,42
7	R\$	737.311,12	-R\$	1.483.565,31	R\$ 702.481,17	-R\$ 1.569.640,24
8	R\$	718.983,33	-R\$	764.581,98	R\$ 680.299,93	-R\$ 889.340,31
9	R\$	701.377,02	-R\$	63.204,96	R\$ 659.068,93	-R\$ 230.271,38
10	R\$	731.183,02	R\$	667.978,06	R\$ 682.343,57	R\$ 452.072,19
11	R\$	721.751,82	R\$	1.389.729,88	R\$ 668.902,15	R\$ 1.120.974,34
12	R\$	762.791,12	R\$	2.152.521,00	R\$ 702.066,15	R\$ 1.823.040,50
TMA		0,6937%				
TIR		5,773%				
VPL		R\$1.823.040,50				
PAYBACK		9,086442051				
PAYBACK DESCONTADO		9,337471318				

APÊNDICE E – FLUXO DE CAIXA SISTEMA ALVENARIA ESTRUTURAL BLOCOS CERÂMICOS (24 MESES)

CENÁRIO REALISTA						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	1.900.000,00	-R\$	1.900.000,00	-R\$ 1.900.000,00	-R\$ 1.900.000,00
1	-R\$	650.000,06	-R\$	2.550.000,06	-R\$ 645.522,07	-R\$ 2.545.522,07
2	-R\$	645.454,41	-R\$	3.195.454,47	-R\$ 636.591,70	-R\$ 3.182.113,78
3	-R\$	664.044,00	-R\$	3.859.498,47	-R\$ 650.414,12	-R\$ 3.832.527,89
4	-R\$	654.416,00	-R\$	4.513.914,47	-R\$ 636.567,87	-R\$ 4.469.095,76
5	R\$	240.356,00	-R\$	4.273.558,47	R\$ 232.189,98	-R\$ 4.236.905,78
6	R\$	255.315,59	-R\$	4.018.242,88	R\$ 244.942,16	-R\$ 3.991.963,62
7	R\$	284.394,87	-R\$	3.733.848,01	R\$ 270.960,30	-R\$ 3.721.003,32
8	R\$	315.849,56	-R\$	3.417.998,45	R\$ 298.855,93	-R\$ 3.422.147,39
9	R\$	376.366,22	-R\$	3.041.632,23	R\$ 353.663,26	-R\$ 3.068.484,13
10	R\$	410.583,02	-R\$	2.631.049,21	R\$ 383.158,08	-R\$ 2.685.326,05
11	R\$	390.555,86	-R\$	2.240.493,35	R\$ 361.957,74	-R\$ 2.323.368,31
12	R\$	420.595,56	-R\$	1.819.897,79	R\$ 387.112,41	-R\$ 1.936.255,91
13	R\$	420.135,56	-R\$	1.399.762,23	R\$ 384.025,05	-R\$ 1.552.230,86
14	R\$	430.749,61	-R\$	969.012,62	R\$ 391.014,36	-R\$ 1.161.216,50
15	R\$	335.059,56	-R\$	633.953,06	R\$ 302.056,04	-R\$ 859.160,46
16	R\$	335.855,02	-R\$	298.098,04	R\$ 300.687,28	-R\$ 558.473,19
17	R\$	271.355,54	-R\$	26.742,50	R\$ 241.267,93	-R\$ 317.205,25
18	R\$	258.955,56	R\$	232.213,06	R\$ 228.656,66	-R\$ 88.548,59
19	R\$	308.355,13	R\$	540.568,19	R\$ 270.400,50	R\$ 181.851,91
20	R\$	343.558,22	R\$	884.126,41	R\$ 299.195,02	R\$ 481.046,92
21	R\$	335.250,86	R\$	1.219.377,27	R\$ 289.949,00	R\$ 770.995,92
22	R\$	316.130,87	R\$	1.535.508,14	R\$ 271.529,06	R\$ 1.042.524,99
23	R\$	327.355,86	R\$	1.862.864,00	R\$ 279.233,32	R\$ 1.321.758,30
24	R\$	289.657,00	R\$	2.152.521,00	R\$ 245.374,17	R\$ 1.567.132,47
TMA		0,6937%				
TIR		3,146%				
VPL		R\$1.567.132,47				
PAYBACK		17,10327062				
PAYBACK DESCONTADO		18,32747201				

APÊNDICE F - FLUXO DE CAIXA SISTEMA CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO (24 MESES)

CENÁRIO REALISTA						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	1.500.000,00	-R\$	1.500.000,00	-R\$ 1.500.000,00	-R\$ 1.500.000,00
1	-R\$	531.044,44	-R\$	2.031.044,44	-R\$ 527.385,96	-R\$ 2.027.385,96
2	-R\$	511.644,87	-R\$	2.542.689,31	-R\$ 504.619,50	-R\$ 2.532.005,46
3	-R\$	506.441,78	-R\$	3.049.131,09	-R\$ 496.046,77	-R\$ 3.028.052,23
4	-R\$	514.749,14	-R\$	3.563.880,23	-R\$ 500.710,19	-R\$ 3.528.762,43
5	R\$	366.130,87	-R\$	3.197.749,36	R\$ 353.691,69	-R\$ 3.175.070,74
6	R\$	352.355,86	-R\$	2.845.393,50	R\$ 338.039,70	-R\$ 2.837.031,04
7	R\$	364.657,00	-R\$	2.480.736,50	R\$ 347.430,91	-R\$ 2.489.600,13
8	R\$	385.849,56	-R\$	2.094.886,94	R\$ 365.089,73	-R\$ 2.124.510,40
9	R\$	430.749,61	-R\$	1.664.137,33	R\$ 404.766,16	-R\$ 1.719.744,24
10	R\$	460.059,56	-R\$	1.204.077,77	R\$ 429.329,83	-R\$ 1.290.414,41
11	R\$	460.855,02	-R\$	743.222,75	R\$ 427.109,30	-R\$ 863.305,10
12	R\$	396.355,54	-R\$	346.867,21	R\$ 364.802,11	-R\$ 498.503,00
13	R\$	420.135,56	R\$	73.268,35	R\$ 384.025,05	-R\$ 114.477,95
14	R\$	359.394,87	R\$	432.663,22	R\$ 326.241,86	R\$ 211.763,91
15	R\$	265.849,56	R\$	698.512,78	R\$ 239.663,26	R\$ 451.427,17
16	R\$	281.366,22	R\$	979.879,00	R\$ 251.904,06	R\$ 703.331,23
17	R\$	285.583,02	R\$	1.265.462,02	R\$ 253.917,89	R\$ 957.249,11
18	R\$	265.555,86	R\$	1.531.017,88	R\$ 234.484,69	R\$ 1.191.733,81
19	R\$	199.999,94	R\$	1.731.017,82	R\$ 175.382,47	R\$ 1.367.116,27
20	R\$	164.545,59	R\$	1.895.563,41	R\$ 143.298,04	R\$ 1.510.414,32
21	R\$	185.956,00	R\$	2.081.519,41	R\$ 160.828,09	R\$ 1.671.242,41
22	R\$	155.584,00	R\$	2.237.103,41	R\$ 133.633,19	R\$ 1.804.875,60
23	R\$	195.356,00	R\$	2.432.459,41	R\$ 166.637,93	R\$ 1.971.513,54
24	R\$	220.315,59	R\$	2.652.775,00	R\$ 186.633,69	R\$ 2.158.147,23
TMA		0,6937%				
TIR		5,238%				
VPL	R\$	2.158.147,23				
PAYBACK		12,82560783				
PAYBACK DESCONTADO		13,35089902				

APÊNDICE G – FLUXO COM VENDAS MAIORES NO INÍCIO DO EMPREENDIMENTO (CONCRETO ARMADO 12 MESES)

VOLUME DE VENDAS MAIOR NO INÍCIO DO EMPREENDIMENTO						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	R\$	1.040.001,95	-R\$	1.059.998,05	R\$ 1.032.837,16	-R\$ 1.067.162,84
2	R\$	1.004.001,20	-R\$	55.996,85	R\$ 990.215,30	-R\$ 76.947,54
3	R\$	1.019.871,02	R\$	963.874,17	R\$ 998.937,58	R\$ 921.990,04
4	R\$	604.348,48	R\$	1.568.222,65	R\$ 587.865,86	R\$ 1.509.855,90
5	R\$	529.312,42	R\$	2.097.535,07	R\$ 511.329,19	R\$ 2.021.185,09
6	R\$	489.144,48	R\$	2.586.679,55	R\$ 469.270,62	R\$ 2.490.455,71
7	R\$	111.744,49	R\$	2.698.424,04	R\$ 106.465,78	R\$ 2.596.921,48
8	R\$	7.019,45	R\$	2.705.443,49	R\$ 6.641,78	R\$ 2.603.563,27
9	R\$	87.534,77	R\$	2.792.978,26	R\$ 82.254,54	R\$ 2.685.817,81
10	-R\$	188.551,25	R\$	2.604.427,01	-R\$ 175.956,95	R\$ 2.509.860,86
11	-R\$	116.813,23	R\$	2.487.613,78	-R\$ 108.259,68	R\$ 2.401.601,18
12	-R\$	198.028,78	R\$	2.289.585,00	-R\$ 182.263,93	R\$ 2.219.337,26
TMA		0,6937%				
TIR		35,494%				
VPL	R\$	2.219.337,26				
PAYBACK		2,054905815				
PAYBACK DESCONTADO		2,077029377				

APÊNDICE H – FLUXO COM VENDAS MAIORES NO FIM DO EMPREENDIMENTO (CONCRETO ARMADO 12 MESES)

VOLUME DE VENDAS MAIOR NO FINAL DO EMPREENDIMENTO						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$	959.998,05	-R\$	3.059.998,05	-R\$ 953.384,42	-R\$ 3.053.384,42
2	-R\$	995.998,80	-R\$	4.055.996,85	-R\$ 982.322,78	-R\$ 4.035.707,20
3	-R\$	980.128,98	-R\$	5.036.125,83	-R\$ 960.011,27	-R\$ 4.995.718,48
4	-R\$	995.651,52	-R\$	6.031.777,35	-R\$ 968.496,74	-R\$ 5.964.215,22
5	R\$	729.312,42	-R\$	5.302.464,93	R\$ 704.534,25	-R\$ 5.259.680,96
6	R\$	689.144,48	-R\$	4.613.320,45	R\$ 661.144,65	-R\$ 4.598.536,32
7	R\$	711.744,49	-R\$	3.901.575,96	R\$ 678.122,29	-R\$ 3.920.414,03
8	R\$	607.019,45	-R\$	3.294.556,51	R\$ 574.360,03	-R\$ 3.346.054,00
9	R\$	687.534,77	-R\$	2.607.021,74	R\$ 646.061,66	-R\$ 2.699.992,33
10	R\$	1.611.448,75	-R\$	995.572,99	R\$ 1.503.811,86	-R\$ 1.196.180,48
11	R\$	1.683.186,77	R\$	687.613,78	R\$ 1.559.936,85	R\$ 363.756,37
12	R\$	1.601.971,22	R\$	2.289.585,00	R\$ 1.474.440,04	R\$ 1.838.196,41
TMA						0,6937%
TIR						4,307%
VPL						R\$ 1.838.196,41
PAYBACK						10,591481
PAYBACK DESCONTADO						10,7668134

APÊNDICE I – FLUXO COM VARIAÇÃO NA TMA EM 1PP A MAIS (CONCRETO ARMADO 12 MESES)

TMA COM 1pp A MAIS					
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO	FLUXO DE CAIXA ACUMULADO	VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO	
0	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$ 959.998,05	-R\$ 3.059.998,05	-R\$ 951.988,02	-R\$ 3.051.988,02	-R\$ 3.051.988,02
2	-R\$ 995.998,80	-R\$ 4.055.996,85	-R\$ 979.447,32	-R\$ 4.031.435,34	-R\$ 4.031.435,34
3	R\$ 819.871,02	-R\$ 3.236.125,83	R\$ 799.519,27	-R\$ 3.231.916,07	-R\$ 3.231.916,07
4	R\$ 804.348,48	-R\$ 2.431.777,35	R\$ 777.837,33	-R\$ 2.454.078,75	-R\$ 2.454.078,75
5	R\$ 879.312,42	-R\$ 1.552.464,93	R\$ 843.235,49	-R\$ 1.610.843,26	-R\$ 1.610.843,26
6	R\$ 839.144,48	-R\$ 713.320,45	R\$ 798.001,20	-R\$ 812.842,06	-R\$ 812.842,06
7	R\$ 761.744,49	R\$ 48.424,04	R\$ 718.351,92	-R\$ 94.490,14	-R\$ 94.490,14
8	R\$ 407.019,45	R\$ 455.443,49	R\$ 380.631,07	R\$ 286.140,93	R\$ 286.140,93
9	R\$ 487.534,77	R\$ 942.978,26	R\$ 452.122,16	R\$ 738.263,09	R\$ 738.263,09
10	R\$ 411.448,75	R\$ 1.354.427,01	R\$ 378.379,05	R\$ 1.116.642,14	R\$ 1.116.642,14
11	R\$ 483.186,77	R\$ 1.837.613,78	R\$ 440.643,64	R\$ 1.557.285,78	R\$ 1.557.285,78
12	R\$ 451.971,22	R\$ 2.289.585,00	R\$ 408.737,41	R\$ 1.966.023,18	R\$ 1.966.023,18
TMA		0,8414%			
TIR		8,061%			
VPL	R\$	1.966.023,18			
PAYBACK		6,936430075			
PAYBACK DESCONTADO		7,248246004			

APÊNDICE J – FLUXO COM VARIAÇÃO NA TMA EM 1PP A MENOS (CONCRETO ARMADO 12 MESES)

TMA COM 1pp A MENOS						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERIODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$	959.998,05	-R\$	3.059.998,05	-R\$ 954.802,02	-R\$ 3.054.802,02
2	-R\$	995.998,80	-R\$	4.055.996,85	-R\$ 985.246,20	-R\$ 4.040.048,22
3	R\$	819.871,02	-R\$	3.236.125,83	R\$ 806.630,18	-R\$ 3.233.418,04
4	R\$	804.348,48	-R\$	2.431.777,35	R\$ 787.075,06	-R\$ 2.446.342,97
5	R\$	879.312,42	-R\$	1.552.464,93	R\$ 855.772,04	-R\$ 1.590.570,93
6	R\$	839.144,48	-R\$	713.320,45	R\$ 812.259,14	-R\$ 778.311,80
7	R\$	761.744,49	R\$	48.424,04	R\$ 733.348,08	-R\$ 44.963,72
8	R\$	407.019,45	R\$	455.443,49	R\$ 389.725,64	R\$ 344.761,92
9	R\$	487.534,77	R\$	942.978,26	R\$ 464.293,27	R\$ 809.055,19
10	R\$	411.448,75	R\$	1.354.427,01	R\$ 389.713,56	R\$ 1.198.768,75
11	R\$	483.186,77	R\$	1.837.613,78	R\$ 455.184,83	R\$ 1.653.953,59
12	R\$	451.971,22	R\$	2.289.585,00	R\$ 423.473,76	R\$ 2.077.427,35
TMA		0,5442%				
TIR		8,061%				
VPL	R\$	2.077.427,35				
PAYBACK		6,936430075				
PAYBACK DESCONTADO		7,115372743				

APÊNDICE K – CENÁRIO 1 (90% DE VENDAS) (CONCRETO ARMADO 12 MESES)

CENÁRIO 1 (90% das vendas no período de construção)						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$	959.998,05	-R\$	3.059.998,05	-R\$ 953.384,42	-R\$ 3.053.384,42
2	-R\$	995.998,80	-R\$	4.055.996,85	-R\$ 982.322,78	-R\$ 4.035.707,20
3	R\$	639.871,02	-R\$	3.416.125,83	R\$ 626.737,30	-R\$ 3.408.969,90
4	R\$	624.348,48	-R\$	2.791.777,35	R\$ 607.320,39	-R\$ 2.801.649,51
5	R\$	549.312,42	-R\$	2.242.464,93	R\$ 530.649,70	-R\$ 2.270.999,82
6	R\$	509.144,48	-R\$	1.733.320,45	R\$ 488.458,02	-R\$ 1.782.541,80
7	R\$	431.744,49	-R\$	1.301.575,96	R\$ 411.349,25	-R\$ 1.371.192,55
8	R\$	327.019,45	-R\$	974.556,51	R\$ 309.424,85	-R\$ 1.061.767,70
9	R\$	407.534,77	-R\$	567.021,74	R\$ 382.951,68	-R\$ 678.816,02
10	R\$	331.448,75	-R\$	235.572,99	R\$ 309.309,59	-R\$ 369.506,43
11	R\$	403.186,77	R\$	167.613,78	R\$ 373.663,76	R\$ 4.157,33
12	R\$	321.971,22	R\$	489.585,00	R\$ 296.339,44	R\$ 300.496,78
TMA						
		0,6937%				
TIR						
		1,901%				
VPL						
	R\$	300.496,78				
PAYBACK						
		10,58427758				
PAYBACK DESCONTADO						
		10,98887414				

APÊNDICE L – CENÁRIO 2 (80% DE VENDAS) (CONCRETO ARMADO 12 MESES)

CENÁRIO 1 (80% das vendas no período de construção)						
MÊS	FLUXO DE CAIXA POR PERÍODO		FLUXO DE CAIXA ACUMULADO		VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO
0	-R\$	2.100.000,00	-R\$	2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00	-R\$ 2.100.000,00
1	-R\$	959.998,05	-R\$	3.059.998,05	-R\$ 953.384,42	-R\$ 3.053.384,42
2	-R\$	995.998,80	-R\$	4.055.996,85	-R\$ 982.322,78	-R\$ 4.035.707,20
3	R\$	459.871,02	-R\$	3.596.125,83	R\$ 450.431,90	-R\$ 3.585.275,30
4	R\$	444.348,48	-R\$	3.151.777,35	R\$ 432.229,60	-R\$ 3.153.045,70
5	R\$	369.312,42	-R\$	2.782.464,93	R\$ 356.765,14	-R\$ 2.796.280,56
6	R\$	329.144,48	-R\$	2.453.320,45	R\$ 315.771,39	-R\$ 2.480.509,17
7	R\$	251.744,49	-R\$	2.201.575,96	R\$ 239.852,30	-R\$ 2.240.656,87
8	R\$	147.019,45	-R\$	2.054.556,51	R\$ 139.109,37	-R\$ 2.101.547,50
9	R\$	227.534,77	-R\$	1.827.021,74	R\$ 213.809,54	-R\$ 1.887.737,96
10	R\$	151.448,75	-R\$	1.675.572,99	R\$ 141.332,71	-R\$ 1.746.405,25
11	R\$	223.186,77	-R\$	1.452.386,22	R\$ 206.844,11	-R\$ 1.539.561,14
12	R\$	141.971,22	-R\$	1.310.415,00	R\$ 130.669,05	-R\$ 1.408.892,09
TMA						0,6937%
TIR						-6,356%
VPL						-R\$ 1.408.892,09
PAYBACK						Após 12 meses
PAYBACK DESCONTADO						Após 12 meses