

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

**Influência da eficiência no uso da água e energia
no custo do ciclo de vida de uma moradia
multifamiliar popular em Belo Horizonte - Brasil.**

Tatiane Cândida Nascimento

Belo Horizonte

2010

**Influência da eficiência no uso da água e energia
no custo do ciclo de vida de uma moradia
multifamiliar popular em Belo Horizonte - Brasil.**

Tatiane Cândida Nascimento

Influência da eficiência no uso da água e energia no custo do ciclo de vida de uma moradia multifamiliar popular em Belo Horizonte - Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construção Civil da
Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Construção Civil.

Área de concentração: Materiais de Construção Civil

Linha de pesquisa: Gestão de empreendimentos em Construção Civil

Orientador: Profa. Dra. Maria Teresa Paulino Aguilár

Co-Orientador: Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2010

Nascimento, Tatiane Cândida Nascimento

N244i Influência da eficiência no uso da água e energia no custo do ciclo de vida de uma moradia multifamiliar popular em Belo Horizonte – Brasil [manuscrito] / Tatiane Cândida Nascimento. - 2010.
150 f., enc.: il.

Orientadora: Maria Teresa Paulino Aguiar.
Co-Orientador: Aldo Giuntini de Magalhães

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Bibliografia: f. 112-129

Anexos: f. 130-150.

1. Construção civil – Teses. 2. Habitação popular – Teses. I. Aguiar, Maria Teresa Paulino. II. Magalhães, Aldo Giuntini de. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 69(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Influência da eficiência no uso da água e energia no custo do ciclo de vida de uma moradia multifamiliar popular em Belo Horizonte - Brasil.

Tatiane Cândida Nascimento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construção Civil Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Maria Teresa Paulino Aguilár
DEMC/UFMG (Orientadora)

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães
DEMC/UFMG (Co-Orientador)

Prof. Dr. Márcio Augusto Gonçalves
FACE/UFMG

Prof. Dr. Guilherme Fernandes Marques
CEFET-MG

Belo Horizonte, 16 de Setembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho em especial ao meu marido, meu pai, a minha mãe, meus irmãos e minha família que sempre me incentivaram, apoiaram e ajudaram nesta caminhada.

A DEUS, pela presença em minha vida, dando-me forças e saúde necessárias para seguir em frente.

A minha orientadora Professor Dra. Maria Teresa Paulino Aguilár pelos seus ensinamentos, dedicação, apoio na elaboração desta dissertação e pela atenção com minha educação os quais foram de extrema importância na minha vida acadêmica. Continue sempre assim, essa professora dedicada que procura sempre ajudar a todos.

A meu co-orientador professor Dr. Aldo Giuntini de Magalhães pelas verificações, dicas e sugestões.

Ao professor Dr. Márcio Augusto Gonçalves pela disponibilidade e ensinamentos de Economia, Finanças e custos.

Aos professores do departamento de Engenharia e Materiais de Construção Adriana, Antônio Junior, Carmem, Eduardo, Max e Paulo, pelos ensinamentos.

Ao Silvío pela disponibilidade e “consultoria” de sustentabilidade.

Ao Gunter pelos ensinamentos e autorização para cursar o mestrado.

Aos colegas de trabalho da Minerconsult Engenharia pelo apoio e ensinamentos. Em especial a Viviane, Alam e o Marcelo pelas suas preciosas verificações e contribuições.

Ao pessoal do DEOP pelas informações cedidas.

A equipe do Compor pela disponibilidade e esclarecimentos do programa.

À banca examinadora, que me honrou ao aceitar o convite para avaliar esta dissertação e a todas as pessoas, mesmo não mencionadas, que contribuíram com seus conhecimentos para a realização desta conquista.

RESUMO

A implementação de ações sustentáveis em uma edificação, muitas vezes, encontra obstáculos por parte do empreendedor ou do cliente, pois na análise para tomada de decisões se contabiliza apenas os custos de implantação de tais medidas, sem se considerar o impacto delas ao longo do ciclo de vida do empreendimento. O método de análise do custo do ciclo de vida de um produto é uma ferramenta importante que demonstra a viabilidade econômica deste produto considerando a sua fabricação, uso e descarte. Dessa forma, a análise dos custos do ciclo de vida de uma construção incluiria não somente os custos iniciais, mas também os custos futuros relacionados à operação, manutenção, e desativação do empreendimento. Neste trabalho utiliza-se o método de análise do custo do ciclo de vida para justificar a implantação de medidas sustentáveis em uma moradia popular. Os resultados indicam que olhar para toda a vida útil de um empreendimento considerando, além dos investimentos iniciais, todos os principais custos incorridos ao longo do seu ciclo de vida, permite edificações mais sustentáveis não apenas como apelo de vendas, mas como um bom negócio, de forma a aumentar sua rentabilidade. Pretende-se, ainda, chamar atenção dos investidores e incorporadores para a necessidade da criação de uma nova cultura que considere os possíveis ganhos decorrentes da análise do custo do ciclo de vida, para que os projetos que contenham medidas para tornar as edificações sustentáveis possam ser vistas como viáveis e interessantes no ponto de vista mercadológico.

Palavras chaves: sustentabilidade, custo do ciclo de vida e moradia popular.

ABSTRACT

The implementation of sustainable actions in a building often encounter obstacles for the enterprising and / or customer because the analysis for decision making is counted only the costs of implementing such measures, without considering their impact over the cycle life of the enterprise. The method of life cycle cost analysis of a product is an important tool that demonstrates the economic viability of a product considering the manufacture, usage and disposal. Thus the analysis of the costs of the life cycle of a building would include not only the initial costs, but also the future costs related to the operation, maintenance, and deactivation of the enterprise. This paper uses the method of cost analysis of the life cycle to justify the implementation of sustainable measures in popular housing. The results indicate to taking a look at the life of an enterprise considering beyond the initial investment all the major costs incurred throughout its life cycle, enables more sustainable buildings not only as a selling point, but as good business, so to increase their profitability. It is intended also to call attention to investors and developers to the need of creating a new culture that considers the possible gains from cost analysis life cycle, so that projects containing measures to make the sustainable buildings can be seen as viable and interesting in a marketing viewpoint.

Key words: sustainability, life cycle cost and popular housing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>FIGURA 1 – Possibilidade de intervenção durante a vida útil de um empreendimento.....</i>	<i>10</i>
<i>FIGURA 2 – Custos de operação – edifício convencional x edifício com dispositivos para economia de água e energia</i>	<i>21</i>
<i>FIGURA 3 – Diagrama de fluxo de caixa.....</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 4 – Análise de Sensibilidade à Taxa de Desconto</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA 5 – Análise de Sensibilidade à Taxa de Desconto</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA 6 – Exemplo de distribuições de probabilidade.....</i>	<i>42</i>
<i>FIGURA 7 - Ciclo de vida de uma edificação.....</i>	<i>48</i>
<i>FIGURA 8 – Traçado dos custos no ciclo de vida.....</i>	<i>52</i>
<i>FIGURA 9 – Composição de CCV.....</i>	<i>59</i>
<i>FIGURA 10 – Fases do custo do ciclo de vida</i>	<i>61</i>
<i>FIGURA 11 – Representação esquemática e estrutura básica da planilha do fluxo de caixa do projeto.</i>	<i>75</i>
<i>FIGURA 12 - Trecho do Ribeirão Arrudas.....</i>	<i>79</i>
<i>FIGURA 13 – Canteiro de Obras</i>	<i>79</i>
<i>FIGURA 14 - Planta esquemática do apartamento de referência.</i>	<i>80</i>
<i>FIGURA 15 - Fachada do apartamento do projeto de referência.</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 16 – Aquecedor solar GET</i>	<i>82</i>
<i>FIGURA 17 – Caixa acoplada com válvula de acionamento duplo</i>	<i>83</i>
<i>FIGURA 18 - Kit Rewatt instalado e detalhe do trocador de calor.....</i>	<i>84</i>
<i>GRÁFICO 1 – Sensibilidade do projeto de referência.....</i>	<i>98</i>
<i>GRÁFICO 2 – Sensibilidade do projeto com práticas sustentáveis.....</i>	<i>99</i>
<i>GRÁFICO 3 – Distribuição de probabilidade acumulada do VPL do projeto de referência.....</i>	<i>101</i>
<i>GRÁFICO 4 - Probabilidade da distribuição acumulada do payback do Projeto de referência</i>	<i>101</i>
<i>GRÁFICO 5 - Distribuição de probabilidade acumulada do VAUE do Projeto de referência</i>	<i>102</i>
<i>GRÁFICO 6 - Distribuição de probabilidade acumulada do VPL do projeto com práticas sustentáveis.</i>	<i>103</i>
<i>GRÁFICO 7 - Probabilidade da distribuição acumulada do payback do projeto com práticas sustentáveis.</i>	<i>103</i>
<i>GRÁFICO 8 - Distribuição de probabilidade acumulada do VAUE do Projeto com práticas sustentáveis..</i>	<i>104</i>
<i>QUADRO 1 - Prioridades e características do desenvolvimento sustentável aplicadas à construção civil....</i>	<i>11</i>
<i>QUADRO 2 - Descrição das práticas de sustentabilidade – Dimensão social.....</i>	<i>13</i>
<i>QUADRO 3 - Descrição das práticas de sustentabilidade – Dimensão ambiental</i>	<i>15</i>

<i>QUADRO 4 - Alternativas de solução e seus impactos - Edifícios Residenciais</i>	16
<i>QUADRO 5 - Descrição das práticas de sustentabilidade – Dimensão econômica</i>	18
<i>QUADRO 6 - Periodicidade das manutenções preventivas e inspeções</i>	54
<i>QUADRO 7 - Passos para a elaboração da LCCM</i>	62
<i>QUADRO 8 - Matriz de decisão do projeto de referência</i>	97
<i>QUADRO 9 - Matriz de decisão do projeto com práticas sustentáveis</i>	98

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Considerações para a análise do custo do ciclo de vida em cada etapa do empreendimento	.60
TABELA 2 – Resumo dos custos de investimento para o Projeto de referência	85
TABELA.3 – Resultados das tarifas e consumos de água e energia elétrica para o projeto de referência	86
TABELA 4 – Resumo dos custos de operação para o projeto de referência	88
TABELA 5 – Resumo dos custos de investimento para a projeto com práticas sustentáveis	89
TABELA 6 – Resultados das tarifas e consumos de água e energia elétrica para o projeto com práticas sustentáveis	91
TABELA 7 – Resumo dos custos de operação para o projeto com práticas sustentáveis	92
TABELA 8 – Valores máximos, mínimos e médios da SMC do projeto de referência	100
TABELA 9 – Valores máximos, mínimos e médios da SMC do projeto com práticas sustentáveis	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
ACCV	Análise do Custo do Ciclo de Vida
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ARCC	Análise de Risco de Custo da Construção
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BDI	Bonificação e Despesas Indiretas
C_a	Custos ambientais
CCV	Custo do Ciclo de Vida
C_{ci}	Custos iniciais
C_d	Custo de desmontagem e demolição
C_e	Custos energéticos
CEF	Caixa Econômica Federal
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CIB	Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção
C_{in}	Custos de instalação e ensaios
C_m	Custos de manutenção, reparação e substituição
C_o	Custos de operação
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
COV's	Compostos Orgânicos Voláteis
C_{pp}	Custos de paradas
C_t	Soma de todos os custos relevantes ocorridos no ano t
CUB	Custos Unitários Básicos
F	Custo de combustível
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC	Custo inicial
IR	Imposto de Renda
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCC	<i>Lyfe Cycle Cost</i>
LCCA	<i>Life Cycle Cost Analysis</i>
LCCM	<i>Life-Cycle Cost Management</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
PVM	Valor presente dos custos de manutenção e reparos
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PVC	Policloreto de Vinila
PIB	Produto Interno Bruto
PV	<i>Present Value</i>
PVLCC	<i>Present Value Lyfe Cycle Cost</i>
PVR	Valor presente dos custos de substituição
PVS	Valor presente do valor de revenda
SGA	Sistemas de Gestão Ambiental
SINDUSCON-MG	Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais
SMC	Simulação de Monte Carlo
SUDECAP	Superintendência de Desenvolvimento da Capital
VAUE	Valor Anual Uniforme Equivalente
VP	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido
TR	Taxa Referencial
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamento
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	4
3	REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	5
3.1.1	<i>Estratégias.....</i>	8
3.1.2	<i>Ações para a construção sustentável.....</i>	11
3.1.3	<i>Custo da construção sustentável</i>	19
3.2	CONCEITOS E PARÂMETROS ENVOLVIDOS NA ENGENHARIA ECONÔMICA	23
3.2.1	<i>Fluxo de Caixa</i>	25
3.2.2	<i>Taxa de desconto</i>	26
3.2.3	<i>Imposto de renda</i>	28
3.2.4	<i>Valor Presente Líquido.....</i>	29
3.2.5	<i>Valor Anual Uniforme Equivalente</i>	30
3.2.6	<i>Investimento.....</i>	31
3.2.7	<i>Gasto</i>	32
3.2.8	<i>Juros</i>	33
3.2.9	<i>Financiamento.....</i>	34
3.2.10	<i>Amortização.....</i>	34
3.2.11	<i>Depreciação.....</i>	34
3.2.12	<i>Prazo de recuperação do investimento ou Payback</i>	36
3.2.13	<i>Análise de sensibilidade.....</i>	37
3.2.14	<i>Simulação de Monte Carlo</i>	40
3.3	ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA DA CONSTRUÇÃO	46
3.3.1	<i>Ciclo de vida.....</i>	47
3.3.2	<i>Custo do ciclo de vida</i>	50
4	MATERIAIS E MÉTODOS	67
4.1	DEFINIÇÃO DO PROJETO REFERÊNCIA	67
4.2	DEFINIÇÃO DE AÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	68
4.3	ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO DE REFERÊNCIA	69
4.4	LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO DE REFERÊNCIA.....	70
4.5	LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO PROJETO DE REFERÊNCIA	70
4.6	ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO COM AÇÕES SUSTENTÁVEIS	72
4.7	ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA	73
3.7.1	<i>Análise de sensibilidade.....</i>	75

3.7.2	<i>Simulação de Monte Carlo</i>	76
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	78
5.1	DEFINIÇÃO DO PROJETO REFERÊNCIA	78
5.2	AÇÕES SUSTENTÁVEIS ADOTADAS	81
5.3	ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO DE REFERÊNCIA	84
5.4	CUSTOS DE OPERAÇÃO DO PROJETO DE REFERÊNCIA	86
5.5	ANÁLISE DOS CUSTOS DA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO PROJETO DE REFERÊNCIA	86
5.6	ANÁLISE ORÇAMENTÁRIA DO PROJETO COM AÇÕES SUSTENTÁVEIS	89
5.7	CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO PROJETO COM AÇÕES SUSTENTÁVEIS	91
5.8	ANÁLISE DOS CUSTOS DA MANUTENÇÃO DO PROJETO COM AÇÕES SUSTENTÁVEIS	92
5.9	CUSTO DO CICLO DE VIDA	93
5.9.1	<i>Análise de Sensibilidade</i>	96
5.9.2	<i>Simulação de Monte Carlo</i>	99
5.9.3	<i>Comparação de Resultados da Simulação de Monte Carlo e Análise de Sensibilidade</i>	104
6	CONCLUSÕES	107
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	110
	REFERÊNCIAS	112
	ANEXOS	130

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é responsável por 15,7% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional no primeiro semestre igual ao período do ano anterior, conforme levantamento divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a mesma movimenta em torno de 50% dos produtos do mercado (IBGE, 2010). Além da sua importância econômica, a atividade da construção civil também tem relevante papel social no que diz respeito à geração de empregos (representando 6% do total do pessoal ocupado, o que caracteriza o setor como o mais empregador do país) e no combate ao déficit habitacional (CARDOSO, 2002). Por outro lado, as construções, considerando toda sua vida, consomem entre 20 a 50% dos recursos naturais esgotáveis, são responsáveis por 35% das emissões de poluentes, 50% dos resíduos gerados e 35% da energia gasta no planeta. É também a maior fonte geradora de resíduos, consumidora de energia e colabora significativamente para a poluição ambiental, inclusive para o aumento do efeito estufa (BISSOLI *et al.*, 2008; JOHN, 2010; BOTTREL, 2010). Além disso, seu produto, o edifício, durante anos, consome boa parte da água e da energia disponível (LICCO, 2006). Sendo assim, há de se entender que não há como alcançar o desenvolvimento sustentável sem que haja a construção sustentável.

A edificação para o século XXI deve incorporar parâmetros, valores e diretrizes de sustentabilidade desde a etapa de concepção, passando pela execução e operação, até a sua desativação. Esta preocupação se traduz, principalmente, na busca pela minimização do consumo de materiais, redução de emissões poluentes, eficiência no uso da água, eficiência no uso da energia, promoção de saúde, conforto aos usuários, relação harmoniosa com o entorno, redução de custos e elevação do padrão sócio-cultural da comunidade. Ambientes construídos destinados a quaisquer fins devem, cada vez mais, incorporar esses conceitos. A construção sustentável ainda não é uma realidade, especialmente no Brasil, uma vez que a implantação de práticas sustentáveis, muitas vezes, é dificultada pelo custo de implantação dessas ações. Em contrapartida,

os benefícios decorrentes dessas práticas não são considerados ao longo do ciclo da edificação.

A sustentabilidade é um conceito de longo prazo, porém na construção civil a sua viabilidade é usualmente medida numa contrastante visão de curto prazo, com base no custo inicial (SILVA e PARDINI, 2010). Várias soluções tecnológicas e conceituais alinhadas estrategicamente a concepção sustentável de uma edificação que, muitas vezes, tem custo inicial maior, pagam-se ao longo de um determinado tempo. A consideração deste aspecto poderia viabilizar a implementação de uma abordagem mais robusta de sustentabilidade em empreendimentos ao incluir tais soluções que, na visão corrente, são descartadas de imediato.

A análise de custos do ciclo de vida (ACCV), do inglês *Life Cycle Cost Analysis (LCCA ou LCC)*, compõe um grupo de técnicas de gerenciamento e controle de custos que demonstram a viabilidade econômica de um produto ao longo de sua vida, considerando a sua fabricação, uso e descarte. Dessa forma, a análise dos custos do ciclo de vida de um produto incluiria não somente os custos iniciais, como custo da aquisição do terreno, custo do projeto e serviços de engenharia e os custos da construção civil, mas também os custos futuros como custos de operação, manutenção, desmontagem e demolição. De acordo com Farag, a ACCV é um instrumento importante para a tomada de decisões no contexto do desenvolvimento sustentável (FARAG, 2008). A metodologia que poderia ser utilizada para tal é descrita na norma americana *American Society for Testing and Materials – ASTM E 917-05 (2009)*, que descreve a prática para medição dos custos do ciclo de vida de edifícios e sistemas de construção.

Construir ou não uma edificação mais sustentável deve ser uma decisão inicial do construtor ou do proprietário, sustentada por um estudo de viabilidade confiável aliado à análise qualitativa do empreendimento, os quais suportariam o processo de tomada de decisão. Estender o olhar para toda a vida útil de um empreendimento, considerando além dos investimentos iniciais, todos os principais custos incorridos ao longo do seu ciclo de vida, permitiria viabilizar a opção por projetos de edificações de menor impacto mostrando ao mercado consumidor que um maior investimento inicial se

traduziria em ganhos ao longo do uso do mesmo. Alterar a rotina do processo de tomada de decisões referente a empreendimentos da construção civil com a inclusão de novos parâmetros envolvendo o ciclo de vida destas edificações significa uma quebra de paradigmas: a criação de uma nova cultura onde todos os envolvidos, direta ou indiretamente neste processo, sairiam de sua zona de conforto para se arriscarem num novo ambiente com novas variáveis, nem sempre fáceis de serem previstas.

De forma a contribuir e difundir essa nova maneira de tomada de decisões no Brasil, este trabalho se propõe a avaliar o custo de implementação de ações sustentáveis referentes à eficiência no uso de água e energia em uma edificação popular através do método de análise do custo do ciclo de vida.

2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é avaliar o custo de implementação de ações sustentáveis relacionadas à energia e água em uma edificação popular em Belo Horizonte – M.G. através do método de análise do custo do ciclo de vida. Para isto, os seguintes objetivos específicos deverão ser atingidos:

1. identificação dos investimentos de construção de uma edificação popular convencional, em conformidade com os projetos atualmente executados pela prefeitura de Belo Horizonte;
 2. identificação dos custos de implementação de ações sustentáveis referentes ao uso eficiente de água e energia em uma edificação popular convencional;
 3. simulação de ações e gastos de manutenção das edificações analisadas;
 4. estudo da viabilidade da implantação da metodologia de custo do ciclo de vida para empreendimentos convencionais e sustentáveis no Brasil.
-

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sustentabilidade na Construção Civil

A ONU adota desde 1983 o conceito formal de desenvolvimento sustentável como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. As estratégias de busca do desenvolvimento sustentável devem atuar em três dimensões: ambiental, sócio-cultural e econômico (ELKINGTON, 1994). Segundo o autor, o objetivo do desenvolvimento sustentável é o equilíbrio entre as dimensões ambiental, sócio-cultural e econômica, sendo definidas como meta, ações “ambientalmente responsáveis, socialmente justas, economicamente viáveis”.

A sustentabilidade envolve uma abordagem holística que exige a definição de estratégias globais e ações locais a serem implantadas. Para Romero (2006), a sustentabilidade deve ser entendida como um processo e não apenas como um objetivo final ou como equilíbrio limitado à dimensão ecológica. Praticar a sustentabilidade é pensar, planejar, e agir com os pés no presente, mas com os olhos no futuro. Em longo prazo, essa situação gerará mais lucro para as empresas e mais prosperidade social, econômica e ambiental para a sociedade (SAVITZ, 2007). Várias estratégias e tecnologias que, de fato, têm custo inicial maior, pagam-se ao longo de mais ou menos tempo.

De acordo com Motta *et al.* (2009), pode-se optar pela inserção horizontal ou vertical da sustentabilidade. A inserção horizontal diz respeito à adoção de requisitos de sustentabilidade que se traduzem facilmente em ações. Na inserção vertical, a sustentabilidade é incorporada às estratégias da empresa como um novo atributo de competitividade, adicionalmente aos requisitos de sustentabilidade.

A empresa que quer ser sustentável inclui entre seus objetivos o cuidado com o meio ambiente, o bem-estar dos *stakeholders* e a constante melhoria da sua própria reputação (ALMEIDA, 2002). Os *stakeholders* são os detentores de poder, isto é as parte interessadas, que podem ser os indivíduos, fornecedores, clientes, instituições, comunidades, investidores, imprensa, outras empresas que interagem com a empresa e até as futuras gerações que podem ser afetadas pelo desempenho da organização hoje (SAVITZ, 2007). Os procedimentos das organizações sustentáveis levam em conta os custos futuros e não apenas os custos presentes, o que estimula a busca constante de ganhos de eficiência e o investimento em inovação tecnológica e de gestão (ALMEIDA, 2002).

Na área de construção civil, o desenvolvimento de empreendimentos sustentáveis provoca efeito positivo em toda a sociedade, uma vez que a indústria da construção civil se destaca por representar uma das atividades humanas causadora de impacto tanto na economia, na sociedade e no meio ambiente (PARDINI, 2009). De acordo com o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB), a construção sustentável deve partir de um “processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB/UNEP-IETC, 2002). A edificação deve incorporar parâmetros, valores e diretrizes de sustentabilidade desde a etapa de concepção, passando pela execução e operação, até a sua demolição. Esta preocupação se traduz, principalmente, na busca pelo uso de materiais locais, minimização do consumo de materiais, redução das emissões de poluentes, eficiência no uso da água, eficiência no uso de energia, baixa interferência com o entorno, preocupação com a durabilidade e adaptabilidade, promoção de saúde e conforto aos usuários, redução de custos e elevação do padrão sócio-cultural da comunidade (CIB/UNEP-IETC, 2002; CEOTTO, 2006).

De acordo com Ceotto (2006), o edifício que resultará de uma construção civil sustentável precisará:

- atender às necessidades dos usuários;
 - ser economicamente viável para seus investidores;
-

- ser produzido com técnicas que reduzam o trabalho degradante e inseguro feito pelo homem.

É fundamental entender, num contexto de desenvolvimento sustentável, o fato de que a economia não está separada do meio ambiente e que os edifícios contribuem tanto para o crescimento econômico quanto para a produção de impactos ambientais (LANGSTON, 2005). Isto ocorre, pois com o esgotamento dos recursos naturais e aumento da poluição e passivos ambientais frente a um crescimento exorbitante do consumo poderá ocorrer um desequilíbrio na oferta-procura e qualidade de produtos (ALMEIDA, 2002; BARBIERI *et al.*, 2010). Em relação ao crescimento econômico, percebe-se que ao considerar custos e benefícios antes ignorados pode-se otimizar projetos e sistemas prediais e procurar tecnologias com o intuito de uma maior economia com gastos operacionais ao longo da vida útil do empreendimento. Sob o aspecto econômico, Myers (2004) destaca três razões relacionadas à sustentabilidade:

- o meio ambiente tem valor intrínseco, isto é, todas as espécies são importantes intrinsecamente e não deve ser estudado superficialmente;
- com a sustentabilidade em pauta nas agendas, torna-se imprescindível a análise ao longo do horizonte do projeto nas tomadas de decisões para que se considere a equidade com as futuras gerações (princípio de sustentabilidade);
- a demanda da edificação deve ser entendida sob o ponto de vista do ciclo de vida do produto e, neste contexto, produtos com duração superior a 30 anos são particularmente importantes.

Na indústria da Construção Civil, a sustentabilidade atrelada às construções sustentáveis começa a ser percebida como um diferencial, com maior interesse por toda a cadeia produtiva. Está começando a surgir uma ligação entre valor de mercado e as construções sustentáveis (DAVIES, 2005). Atualmente o movimento da sustentabilidade em construções é reconhecido por todos os segmentos de desenvolvimento imobiliário, na tentativa de cortar custos, melhorar a produtividade dos trabalhadores e minimizar os impactos no ambiente causados pelos edifícios (CRYER, 2006). A maioria dos estudos publicados em periódicos confirma o interesse crescente pelos edifícios verdes, no entanto, também apontam uma lacuna existente

entre as boas intenções e respectivas implantações, causada basicamente pela falta de informação deste tipo de projeto (CALKINS, 2005).

3.1.1 Estratégias

No mundo atual, nota-se o surgimento de duas tendências internacionais no setor imobiliário e de construção: a visão cada vez mais holística dos empreendimentos, abrangendo toda a vida da edificação e a implementação de princípios de desenvolvimento sustentável (PARDINI, 2009). Precisamos entender que qualquer edifício a ser construído impactará o meio ambiente e provocará um custo ambiental para toda a sociedade, do momento da sua construção até a sua eventual reciclagem. Qualquer decisão de engenharia tomada no projeto de um edifício afetará toda a nossa sociedade por muito tempo (CEOTTO, 2006).

Sustentabilidade é um conceito de longo prazo. Porém, na construção civil a sua viabilidade atualmente é medida numa contrastante visão de curto prazo, com base no custo inicial. É sabido que para cada centavo gasto em construção, aproximadamente o triplo será gasto em operação, manutenção e renovação (SILVA, 2009). Uma abordagem mais robusta de sustentabilidade em empreendimentos requer que seja ampliado o leque de estratégias, tecnologias e processos que, apesar de eventualmente terem custo inicial maior, se pagam ou têm custo negativo ao longo do tempo (SILVA, 2006).

A sustentabilidade deve estar presente em todas as fases da construção: idealização, concepção, planejamento e projeto, construção, uso e manutenção (MOTTA e AGUILAR, 2009). Para cada uma das fases descritas acima existem tecnologias capazes de atuar positivamente nos objetivos pretendidos. Entretanto, elas poderão ter diferentes impactos no benefício pretendido bem como no custo total de construção do empreendimento. Embora os custos da fase de “uso e manutenção” sejam largamente preponderantes e, por isso, devam ser priorizados, os custos de construção são os mais imediatos e precisam ser considerados com todo cuidado. O melhor, obviamente, é priorizar as soluções que tenham a maior relação custo/benefício de implantação em cada fase do empreendimento (CEOTTO, 2006).

As fases de concepção e planejamento têm os menores custos e as maiores possibilidades de intervenção com foco na sustentabilidade. Há necessidade de mudanças na lógica atual da indústria da construção, pois a redução de custos e de impactos sócio-ambientais pensada nas fases de concepção e de projeto com foco apenas na fase de construção é insuficiente para que o setor da construção e as edificações se tornem mais sustentáveis. A fase da concepção é de extrema relevância para a sustentabilidade do empreendimento, por permitir total liberdade ao empreendedor e profissionais envolvidos na concepção do projeto, para que busquem aumentar seu desempenho sócio-ambiental minimizando os custos e por influenciar todas as fases seguintes do projeto (CIC/FIEMG, 2008).

Na FIG. 1 é possível ver esquematizado o comportamento do custo despendido num empreendimento, desde o seu projeto à sua reciclagem para reuso, após completar sua vida útil de 50 anos (CEOTTO, 2006). Também são esquematizadas as possibilidades de intervenção em cada etapa da vida de um edifício, de forma a minimizar seu impacto ambiental. As etapas de menor custo são aquelas em que a intervenção pode ser maior. Mas é justamente o contrário que tem sido feito em nosso setor. A cultura de gastar pouco tempo na fase de concepção, pouco tempo e recursos na fase de projetos, focando-se prioritariamente na redução do custo de construção, é ainda dominante. A grande maioria dos edifícios é concebida, construída e entregue para uso, sem haver grandes preocupações se serão vorazes consumidores de recursos naturais ou emissores de CO₂ e de resíduos, gerando um problema que deverá ser suportado por décadas por toda a sociedade. Infelizmente, as possibilidades de melhoria do desempenho desse edifício na fase de operação são mínimas (CEOTTO, 2006). Considerando a vida útil de uma edificação, as possibilidades de intervenção para propiciar minimização de impactos ambientais são decrescentes na medida em que as fases se sucedem, o que se explicita na FIG. 1.

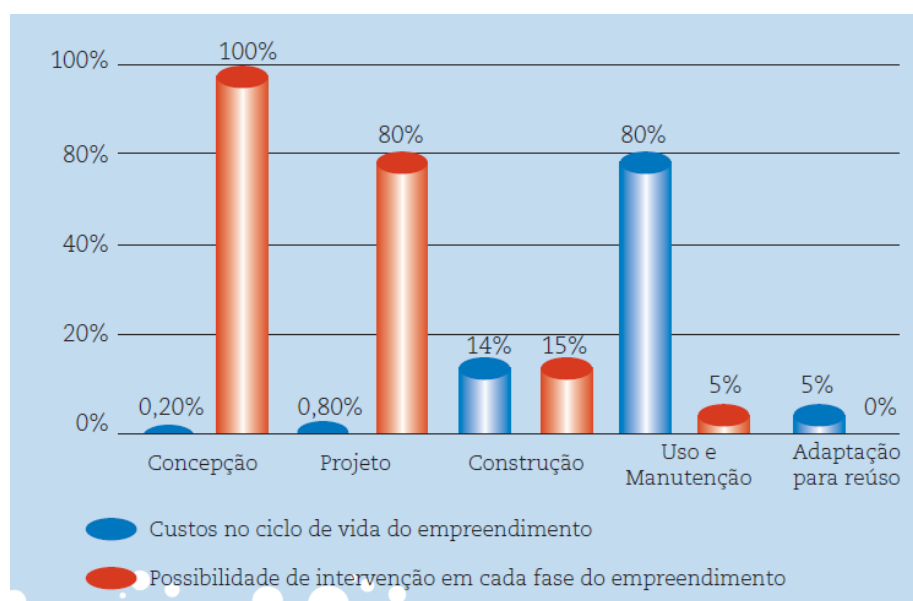


FIGURA 1 – Possibilidade de intervenção durante a vida útil de um empreendimento
Fonte: CEOTTO, 2006, P.21.

Ao se considerar como 100% o custo total de um edifício durante toda a sua vida útil, incluindo o custo de concepção, projeto, construção, uso e manutenção, bem como sua adaptação para novo uso, o item de maior impacto é justamente o de uso e manutenção. Aproximadamente 80% de todo o custo que irá incorrer acontecerá nesse período e corresponderá ao custo de energia, água, esgoto e manutenção. Esse é o custo necessário para manter o funcionamento do edifício e dessa forma possibilitar seu uso. Perto desse custo total, os custos de concepção e do projeto são irrisórios e juntos chegam a aproximadamente 1% do total. O custo de construção corresponde aproximadamente a um sexto do custo de uso e manutenção (CEOTTO, 2006).

Segundo Gomide (2006), a sustentabilidade do empreendimento é alcançada, em parte, pela gestão da manutenção, uma vez que têm a finalidade de viabilizar o uso máximo de sistemas, com o menor desperdício e custo, aliados à maior disponibilidade das instalações, além de também ter o compromisso de racionalizar o uso dos recursos naturais e a preocupação com questões de impacto ambiental e urbano.

3.1.2 Ações para a construção sustentável

Os conceitos e práticas da construção sustentável são usualmente relacionados a ações e metas previstas nos meios decisórios do desenvolvimento sustentável. As Agendas 21, incluindo a definida pela ONU e as por iniciativas nacionais, regionais, locais e setoriais, são o principal meio decisório destas ações e metas. Cada país desenvolveu a sua Agenda 21, que é um plano de ação para ser adotado pelos governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente (MOTTA e AGUILAR, 2009). E estas são normalmente entendidas a partir da integração das dimensões social, ambiental e econômica.

No desenvolvimento sustentável é necessário que busquemos respostas para o processo como o todo. Uma abordagem global permite esta necessária inter-relação e integração de processos de natureza completamente diferentes. E estas são normalmente entendidas a partir da integração das dimensões social, ambiental e econômica (MOTTA, 2009). O QUADRO 1 relaciona estes aspectos no contexto da construção sustentável sob um prisma prático identificando diretrizes capazes de gerar benefícios a todas as partes envolvidas em um projeto.

QUADRO 1
Prioridades e características do desenvolvimento sustentável aplicadas à construção civil

Aspectos	Desenvolvimento Sustentável	Construção sustentável
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Grau de pobreza e educação; • Condições de trabalho; • Moradia e habitação; • Cultura e tradições. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte de renda aos trabalhadores; • Oportunidade de educação aos trabalhadores; • Qualidade de vida através do ambiente de trabalho e do lar; • Respeito à cultura e tradições locais;
AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas e práticas locais; • Clima; • Recursos naturais disponíveis; • Tecnologias existentes; 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivo à melhoria das políticas e práticas do mercado; • Adaptação de projeto, materiais e tecnologias às práticas de sustentabilidade; • Considerações de clima incorporadas ao projeto; • Preservação / racionalização de recursos naturais; • Gestão ambiental da execução das obras.
ECONÔMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento industrial; • Geração e distribuição de renda; • Recursos naturais disponíveis; • Tecnologias existentes; • Leis e regulamentações existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria nos processos de produção; • Gestão ambiental dos processos de produção; • Redução de custos ao longo do ciclo de vida e conseqüente aumento de lucratividade; • Acesso a financiamentos especiais; • Imagem positiva no mercado; • Alterações de leis e regulamentações.

Fonte: PARDINI, 2009, p.15.

3.1.2.1 Social

A dimensão social está relacionada aos impactos sociais causados pela produção, uso e pós-uso de um dado material (JOHN *et al.*, 2001). É a preocupação com os impactos sociais das inovações nas comunidades humanas como o desemprego, a exclusão social, a pobreza, a diversidade organizacional dentro e fora da organização (BARBIERI *et al.*, 2010). O QUADRO 2 ilustra as ações das práticas de sustentabilidade na dimensão social, segundo Motta. Segundo o CIB/UNEP-IETC (2002), deve-se buscar o desenvolvimento de sociedades justas, que proporcionem oportunidades de desenvolvimento humano e um nível aceitável de qualidade de vida. O comprometimento das empresas com a dimensão social da sustentabilidade é chamado de responsabilidade social e incluem aspectos referentes à segurança do trabalho, saúde do trabalhador, direitos trabalhistas, rotatividade da mão-de-obra, direitos humanos, salários e condições de trabalho nas operações terceirizadas (ALMEIDA, 2002, 2007).

Para dar um significado objetivo ao desempenho e valor social das empresas, algumas entidades buscam indicadores específicos. No Brasil, pode-se destacar o indicador de Responsabilidade Social Empresarial do Instituto ETHOS (MOTTA, 2009). No entendimento do instituto, a responsabilidade social é um valor que indica o comprometimento permanente dos empresários de adotar um comportamento ético e contribuir para o desenvolvimento econômico, melhorando simultaneamente a qualidade de vida de seus empregados e de suas famílias, da comunidade local e da sociedade como um todo (ETHOS, 2007).

A sustentabilidade exige compreensão profunda da interdependência das partes em interação, o que significa associar-se e formar parcerias com os *stakeholders*. Consideram-se como os *stakeholders* as pessoas, grupos ou instituições com interesses legítimos em jogo nas empresas e que afetam ou são afetados pelas diretrizes de negócios e de gestão, pelas ações praticadas e pelos resultados (ROSSETTI, 2008). Quando se converte o envolvimento dos *stakeholders* em elemento sistemático e permanente do estilo gerencial, é possível arregimentar todos os recursos – ambientais, sociais e econômicos – de que dependem os gestores e a empresa para alcançar sucesso duradouro no mundo interdependente de hoje (SAVITZ, 2007).

QUADRO 2
 Descrição das práticas de sustentabilidade – Dimensão social

Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Justiça social	Erradicação da pobreza Igualdade de gênero. Relações trabalhistas Comunidades locais	Gerar empregos diretos e indiretos com salários adequados. Reduzir desigualdade de salários e oportunidades para homens e mulheres. Política de remuneração justa. Uso de mão-de-obra local.
Educação	Capacitação técnica para sustentabilidade Alfabetização Conscientização pública	Programas formais de treinamento. Programas formais de alfabetização e melhoria de educação. Programas de divulgação.
Saúde	Qualidade do ambiente interno Saúde e segurança do trabalho Condições sanitárias	Eliminar materiais com compostos orgânicos voláteis Priorizar circulação natural de ar. Limpeza e renovação do ar. Proporcionar infra-estrutura e equipamentos adequados. Proporcionar condições ergonômicas de trabalho. Política de redução de acidentes. Acesso a abastecimento de água tratada. Acesso a infra-estrutura de coleta e tratamento de esgoto. Destinar apropriadamente o lixo e resíduos sólidos
Infra-estrutura urbana	Transporte Habitação	Seleção da área: priorizar proximidade de parques e áreas de lazer públicas. Construir áreas públicas nos edifícios. Incentivar o uso de transporte coletivo e/ou limpos (exemplo: bicicleta). Reduzir o impacto sobre o sistema viário e de transporte existente. Participar de política de redução do <i>déficit</i> habitacional. Participar de política de melhoria de habitações precárias, formais e informais.

Fonte: MOTTA, 2009, p.32.

3.1.2.2 Ambiental

A sustentabilidade busca um ‘equilíbrio’ entre a proteção do ambiente físico e seus recursos e o uso destes recursos de forma a permitir que o planeta continue a suportar uma qualidade de vida aceitável (CIB/UNEP-IETC, 2002). Segundo Barbieri *et al.* (2010), a dimensão ambiental é a preocupação com os impactos ambientais pelo uso de recursos naturais e pelas emissões de poluentes. No QUADRO 3 são descritas as práticas sustentáveis na dimensão ambiental de acordo com Motta.

Uma ferramenta utilizada para o estudo da ecoeficiência de um empreendimento é o chamado Sistema de Gestão Ambiental (SGAs) que constituem processos sob os quais, de forma sistemática e planejada, se controlam e minimizam os impactos ambientais negativos de uma organização e a ISO do inglês *International Organization for Standardization* Série 14.000 é um conjunto de ferramentas que auxilia a organizar esta complexa relação. As normas ISO 14.000 são uma família de normas que buscam estabelecer ferramentas e sistemas para a administração ambiental de uma organização. Elas foram desenvolvidas em duas frentes, uma dedicada à harmonização de práticas de certificação e de auditorias ambientais e outra relativa aos rótulos e declarações ambientais e à metodologia de avaliação do ciclo de vida (DIAS, 2008; ALMEIDA, 2002 e MOURAD *et al.*, 2002).

Os Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs) podem abrir oportunidades de ecoeficiência para produtos e processos de maneira controlada. As empresas devem implementar um sistema de gerenciamento, aplicar a certificação/verificação e manter esse sistema funcionando para atingir as melhorias planejadas. A gestão ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, na conquista da qualidade ambiental desejada. Sistemas de Gestão Ambiental reduzem os impactos negativos de sua atuação sobre o meio ambiente e melhoram o gerenciamento de riscos. Daí a importância propiciada pelos SGAs (ALMEIDA, 2002).

Com relação à certificação ambiental, a procura pela certificação é grande, mas os desafios são maiores. A prática da certificação ambiental é compatível não só com a realidade dos projetos comerciais, como dos habitacionais no Brasil. Ao investir na qualidade ambiental dos edifícios, o retorno com economia de água e energia elétrica é extraordinário (COELHO, 2010).

Dentre os benefícios ambientais do empreendimento sustentável, observa-se que estes empreendimentos podem ser concebidos e planejados para que otimizem o uso de materiais, gerem menos emissões de resíduos durante sua fase de construção; demandem menos energia e água durante sua fase de operação; sejam duráveis, flexíveis e passíveis de requalificação e possam ser amplamente reaproveitados e reciclados no fim do seu ciclo de vida. Muitos dos benefícios ambientais se traduzem

em ganhos econômicos, com a redução de custos de construção, uso, operação e manutenção das edificações (CIC/FIEMG, 2008).

QUADRO 3
Descrição das práticas de sustentabilidade – Dimensão ambiental

Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Atmosfera	Mudança climática	Evitar gases causadores de efeito estufa.
	Dano à camada de ozônio	Evitar materiais cujo uso e/ou produção emitam substâncias nocivas à camada de ozônio.
	Qualidade do ar	Evitar poluentes do ar em áreas urbanas.
Solo	Poluição do solo	Evitar poluição do solo. Gestão do resíduo de construção.
	Agricultura	Seleção da área: evitar área de potencial agrícola.
	Florestas	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas. Usar madeira certificada.
	Desertificação e erosão	Cuidados na preparação do sítio. Cuidados para drenagem natural do terreno.
	Urbanização e assentamentos	Seleção da área: direcionar crescimento urbano. Seleção da área: priorizar vazios urbanos com infraestrutura. Evitar densidades de ocupação baixas.
Oceanos, mares e costa		Evitar poluição. Ocupação adequada de áreas litorâneas.
Água doce	Quantidade de água	Conservar e reduzir o consumo de água.
	Qualidade da água	Manter a permeabilidade do solo. Tratar dos efluentes do ambiente construído. Evitar efluentes geradores de eutrofização.
Saneamento		Prever infra-estrutura de saneamento básico: evitar poluição.
Biodiversidade	Ecossistemas e espécies chaves.	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas. Estudar o impacto ambiental. Conservar a vegetação.

Fonte: MOTTA, 2009, p.31.

De acordo com Ceotto (2006), é possível obter boas soluções de tecnologias para a redução do impacto ambiental baseadas em algumas tecnologias disponíveis apresentadas no QUADRO 4. Estamos longe de resolver o problema e muito desenvolvimento científico vai ser necessário para a solução mais completa. Entretanto, muita coisa pode ser feita, para se reduzir resultados imediatos ou mesmo permitir que edifícios construídos hoje possam ser adaptados no futuro com soluções ainda a serem descobertas. Sejam quais forem às soluções, precisarão ser implementadas na concepção e nos projetos, sob pena de serem inócuas ou impossíveis de serem consideradas em fases avançadas do empreendimento.

QUADRO 4
Alternativas de solução e seus impactos - Edifícios Residenciais

		Impacto nos custos		
		Alto	Médio	Baixo
Impacto positivo no meio ambiente	Alto	Tratamento total de esgoto Energia solar para aquecimento de água	Aproveitamento de águas de chuva Metais sanitários de baixo consumo Medição individual de gás Medição individual de água Tratamento superficial no piso das garagens.	Retenção de águas de chuva Reserva de água de chuva Lâmpadas de alta eficiência Peças sanitárias de baixa vazão Separação de lixo para reciclagem
	Médio	Reciclagem de água de banho e lavatório para uso em bacias sanitárias	Automatização da irrigação de áreas verdes Automação da iluminação nas áreas comuns Vidro laminado	Fachadas de cores bem claras Cobertura vegetal no térreo Isolamento térmico de coberturas
	Baixo	Isolação térmica de fachadas Uso de vidro insulado	Automação de elevadores	Uso de madeira reciclada nos móveis e revestimentos Revestimentos de piso e paredes facilmente laváveis

Fonte: CEOTTO, 2007, p. 20.

As soluções discutidas no QUADRO 4 dependem da função a que cada edifício vai ser destinado. Para cada uma das premissas é possível se distinguir tecnologias capazes de atuarem positivamente nos objetivos pretendidos. Entretanto, elas poderão ter diferentes impactos no benefício pretendido bem como no custo total de construção do empreendimento. Embora os custos da fase de “uso e operação” sejam largamente preponderantes e, por isso, devam ser priorizados, os custos de construção são os mais imediatos e precisam ser considerados com todo cuidado. O melhor, obviamente, é priorizar as soluções que tenham a maior relação custo/benefício de implantação em cada fase do empreendimento (CEOTTO, 2006).

3.1.2.3 Econômica

Os profissionais da construção devem constantemente avaliar e gerenciar questões de custo para serem bem-sucedidos. Na dimensão econômica, a sustentabilidade busca um “sistema econômico que facilite o acesso a recursos e oportunidades e o aumento de

prosperidade para todos, dentro dos limites do que é ecologicamente possível e sem ferir os direitos humanos básicos” (CIB/UNEP-IETC, 2002). Para as empresas essa dimensão significa obtenção de lucro e geração de vantagens competitivas nos mercados onde atuam.

Segundo Motta, o QUADRO 5 mostra que o valor econômico pode ser associado a uma melhoria nas práticas de produção, que busquem produtividade, menor consumo de recursos, durabilidade, viabilidade, competitividade econômica e empresarial, que leve a um crescimento sustentável do padrão real de vida da população, com aceitável justiça distributiva (LANDAU, 1992). O valor em longo prazo deve, idealmente, ser o critério através do qual os custos devam ser avaliados. A análise dos custos da construção deve incluir não somente os custos iniciais, mas também custos futuros que ocorrem durante a sua vida útil. A análise da dimensão econômica de um produto, no caso, a edificação, pode ser feita de forma mais ampla utilizando-se o conceito conhecido como *Life Cycle Cost* (LCC) - “Custo do ciclo de vida” – no qual se consideram no custo total os custos da construção, da operação, manutenção e demolição, sendo esses trazidos para o valor presente (JOHN *et al.*, 2001).

QUADRO 5
 Descrição das práticas de sustentabilidade – Dimensão econômica

Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Estrutura econômica	Recursos e mecanismos financeiros	Investir em tecnologias mais eficientes e limpas. Financiar iniciativas, políticas e programas para aumento da sustentabilidade.
	Desempenho econômico	Aumentar a qualidade do produto e de processos. Aumentar o ciclo de vida do ambiente construído. Alocar eficientemente os recursos. Prever custos ambientais e sociais no valor final.
Padrões de produção e consumo	Consumo de materiais	Priorizar matérias com produção eficiente (menor desperdício e resíduos). Utilizar de modo eficiente os materiais. Reduzir o desperdício e resíduos da construção. Gestão para melhoria da qualidade da construção. Aumentar a durabilidade dos materiais. Planejar a manutenção da edificação. Otimizar o uso do espaço: projeto.
	Gestão de resíduos	Reutilizar e/ou reciclar componentes. Reutilizar e/ou reciclar resíduos de construção. Implantar programa de coleta seletiva durante a construção e no uso da edificação. Disponibilizar adequadamente o resíduo de construção.
	Uso de energia	Projeto com estratégias de eficiência no consumo de energia. Reduzir o uso de energia durante a construção. Priorizar materiais com menor energia incorporada. Utilizar energia renovável.
	Uso da água	Projeto com estratégias de eficiência no consumo de água. Utilizar fontes alternativas de abastecimento de água: águas pluviais, reúso de água e outros. Programas de conscientização no uso da água.
	Transporte	Priorizar materiais locais. Priorizar mão de obra e serviços locais.
	Divulgação	Instrumento de informação ao consumidor: <i>marketing</i> .

Fonte: MOTTA, 2009, p.33.

Os quadros discutidos acima ilustram esses conceitos e práticas de sustentabilidade relacionando o modelo de desenvolvimento e construção sustentável previstos nas Agendas 21 pertinentes, com as possibilidades de práticas e ações da construção civil separando nas três dimensões: social, ambiental e econômica.

Combinar desempenho econômico e desempenho ambiental significa ser ecoeficiente, para criar e promover valores com menor impacto sobre o meio ambiente. Os sete elementos da ecoeficiência conforme Almeida, 2002 são:

- Redução do consumo de materiais com bens e serviços;
- Redução do consumo de energia com bens e serviços;
- Redução da emissão de substâncias tóxicas;
- Intensificação da reciclagem de materiais;
- Maximização do uso sustentável de recursos renováveis;
- Prolongamento da durabilidade dos produtos;
- Agregação de valor aos bens e serviços (ALMEIDA, 2002).

3.1.3 Custo da construção sustentável

O valor de um empreendimento tem sido julgado pela sua localização, qualidade, função, estética e os atributos de um edifício sustentável quase sempre são invisíveis e apreciáveis apenas depois da sua ocupação, durante a fase de uso (BARTLETT; HOWARD, 2000). No entanto, está sendo criado um elo entre valor de mercado de edifícios e características sustentáveis e seu respectivo desempenho (DAVIES, 2005). Os edifícios sustentáveis, além de contribuírem para o meio ambiente, apresentam custos operacionais e de manutenção inferiores aos edifícios tradicionais. Eles ainda desempenham papéis sociais junto à comunidade, seja pelo seu aspecto cultural, de saúde, social e cultural e junto à região e/ou município no qual ele está inserido, sendo o agente promotor da valorização da área e da geração de empregos diretos e indiretos (SILVA e PARDINI, 2010).

Muitas vezes, a adoção de medidas sustentáveis em edifícios residenciais esbarra na resistência de muitos empresários da construção civil e até dos compradores de imóveis quanto à viabilidade e vantagens do negócio. Entretanto, o avanço de estudos de ecoeficiência na construção de empreendimentos residenciais no Brasil e a consolidação desses projetos no exterior - notadamente Estados Unidos e Europa - têm

comprovado a inconsistência desse receio. Em comparação com edifícios convencionais, prédios reconhecidos como verdes são mais valorizados no mercado, apresentam velocidade de venda e taxas de ocupação superiores, além de poderem oferecer uma performance econômica atrativa para compradores e vendedores (BLANCO, 2008). Os dados da literatura sobre essa performance são escassos. Na pesquisa realizada só se encontrou o estudo realizado por Blanco (2008), o qual relata que ser verde não é ser mais caro, pois o retorno financeiro do investimento para o proprietário do imóvel ocorre em no máximo cinco ou seis anos.

No estudo de Blanco (2008) são apresentados os dados disponibilizados por uma gestora de investimentos imobiliários de alto padrão, Tishman Speyer do Brasil, que permite analisar esse retorno. Segundo os dados, um investimento adicional de 5% do custo de construção de um edifício habitacional, para aprimoramento da eficiência de instalações elétricas e hidráulicas, resulta num incremento do preço de venda do imóvel entre 2,5% e 3%. Isso acontece porque o aumento de custo só incide sobre 50% do preço de venda, correspondente ao custo de construção.

Dessa forma, segundo Blanco (2008), um apartamento no Brasil de 120 m², com três quartos e duas suítes, com preço de venda de R\$ 3.000/m² (ou R\$ 360 mil a unidade), com custo de construção de R\$ 1.500/m² teria um custo adicional de R\$ 75,00/m² para implementação de ações ecoeficientes. O apartamento ecoeficiente, portanto, teria preço de venda de R\$ 370.800,00, o correspondente a R\$ 10.800,00 a mais do que o apartamento convencional. Mas, em contrapartida, segundo o estudo, o comprador teria uma economia de R\$ 3,00/m² ou R\$ 360,00/mês no custo mensal de operação, devido ao abatimento dos gastos do condomínio e de manutenção em até 40% e redução das despesas com água e energia de até 50%. Portanto, obtém uma taxa de retorno de 4% ao mês (R\$ 3,00/m² divididos por R\$ 75,00/m²). A economia de R\$ 360,00/mês (economia que obtém com a opção sustentável), devido aos menores custos de operação do apartamento ecoeficiente, se investida mensalmente em uma aplicação com rendimento de 0,7% ao mês, totaliza, em 34 meses, R\$ 13.765,00. Ou seja, nesse período o comprador paga o investimento adicional de R\$ 10.800,00 (se ele deixar no banco e comprar um edifício não sustentável) - pois esse valor, em 31 meses, com o

mesmo rendimento de 0,7%, chega a R\$ 13.596,00 (opção de não investimento em um edifício sustentável) conforme apresentado na FIG. 2.

Segundo o estudo dos dados da Tishman (BLANCO, 2008), o apartamento ecoeficiente vale R\$ 3.426/m² (ou R\$ 411,120 mil a unidade), embora o comprador pague apenas R\$ 370,8 mil por ele. Ou seja, o apartamento ecoeficiente vale cerca de 14% a mais que o apartamento convencional, de R\$ 360 mil. A diferença de um para o outro, portanto, é de cerca de R\$ 51 mil. Devido à economia na operação, o comprador paga R\$ 370,8 mil por um imóvel ecoeficiente que, na verdade, poderia valer R\$ 411 mil - valor que apresenta o mesmo desempenho financeiro do apartamento não sustentável. Esse é o preço que um comprador poderá pagar sem que tenha prejuízo, pois a economia na operação vai remunerar essa diferença. Por isso o investimento de R\$ 10.800 no preço do apartamento sustentável conduz a uma valorização de R\$ 51.000,00.

Custo de operação	Edifício convencional	Edifício com incrementos em água e energia	Economia
Condomínio	R\$ 5,0/m ²	R\$ 3,0/m ²	R\$ 2,0/m ²
Concessionárias	R\$ 3,0/m ²	R\$ 2,0/m ²	R\$ 1,0/m ²
Total	R\$ 8,0/m ²	R\$ 5,0/m ²	R\$ 3,0/m ²

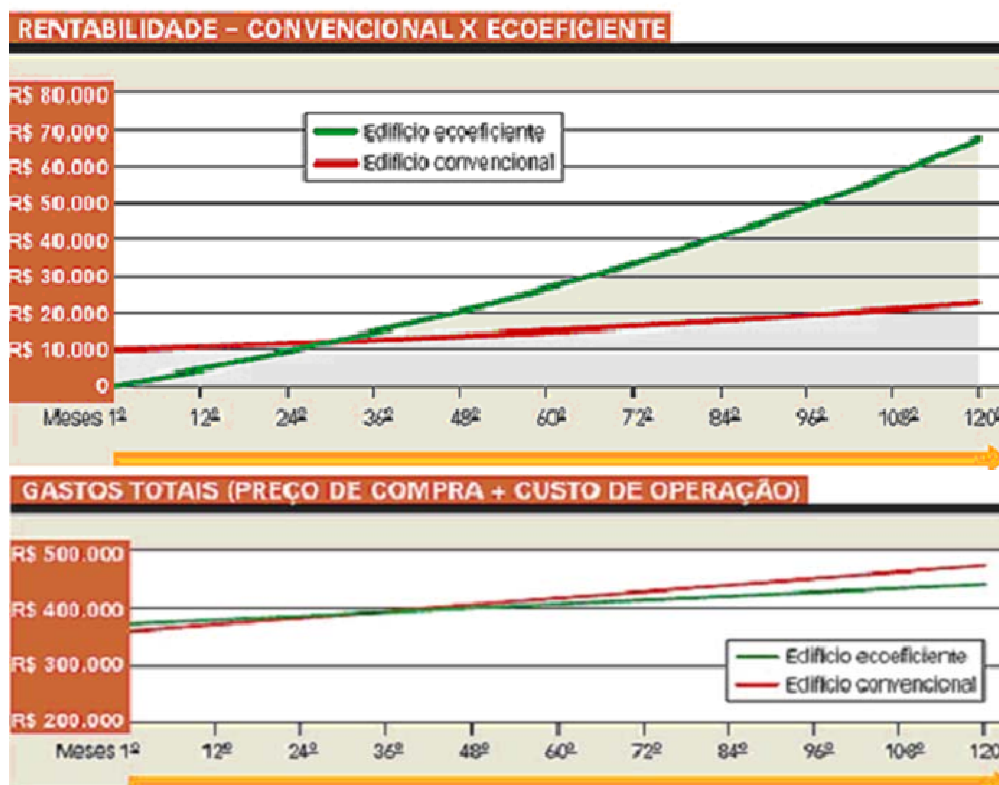


FIGURA 2 – Custos de operação – edifício convencional x edifício com dispositivos para economia de água e energia
Fonte: BLANCO, 2008.

A Fundação Vanzolini e a Inovatech Engenharia apresentaram um protótipo da Casa AQUA (Alta Qualidade Ambiental) voltada para a baixa renda durante a Expo Ambiental 2010, que aconteceu entre 27 e 29 de abril, no Pavilhão de Exposições do Anhembi, em São Paulo. A habitação popular sustentável de 40 m² custa R\$ 45 mil. Demonstrando que na prática é possível implementar soluções sustentáveis em projetos de habitação para a baixa renda. De acordo com os desenvolvedores da casa, a construção com as soluções ecoeficientes fica apenas R\$ 5 mil mais cara (CUNHA DA ROCHA, 2010).

Alguns produtos e sistemas de maior desempenho ambiental paga-se por si próprios em alguns anos após a ocupação e uso do edifício, mesmo que os recursos custem mais no início. Durante a vida útil de uma edificação os custos com operação e manutenção serão muito maiores do que o custo de construção. Ao considerar tais custos percebe-se o grande potencial existente de economia. Conforme Coelho (2010) os edifícios sustentáveis reduzem em 30% o consumo de energia e em 50% o consumo de água.

Conforme Neto (2010) um aumento de cerca de 5% nos gastos no processo de construção, devido a investimentos em sustentabilidade, conduz a uma economia a médio e longo prazo em torno de 30% nos gastos com água e energia, o que compensaria o investimento. Em longo prazo, os ganhos seriam ainda maiores. A economia gerada ao longo de 50 anos de uso de uma edificação que incorpora pequenas soluções sustentáveis paga de cinco a seis vezes o valor investido, pois o maior impacto ambiental das construções ocorre durante a fase de uso e operação (80%) nas quais os fatores preponderantes são água, energia e manutenção (BLANCO, 2008; CASADO, 2009).

De acordo com Ries e Bilec (2006), muitas áreas chave de negócio, como investidores e incorporadores, estão ansiosas por um entendimento estrutural e monetário de construções sustentáveis, bem como de sua métrica. É preciso que se encontre uma maneira de quantificar melhor o valor agregado às construções sustentáveis na tentativa de explicitar claramente seus ganhos e o que as distingue, efetivamente, das construções tradicionais (BOGENSTÄTTER, 2000).

Se por um lado é de extrema importância a contabilização dos ganhos de sustentabilidade em um projeto, por outro, é imprescindível a educação daquelas pessoas que sentirão e usufruirão, ao longo do tempo, dos benefícios destas construções. As construções se tornarão mais desejadas e, provocará uma demanda do mercado, quando a indústria puder convencer os consumidores usuários dos ganhos de uma construção sustentável (DAVIES, 2005).

3.2 Conceitos e parâmetros envolvidos na Engenharia Econômica

A matemática financeira utilizada na análise de viabilidade econômica de projetos também é conhecida por engenharia econômica ou, simplesmente, de cálculos de finanças (KASSAI, *et al.*, 2000). Compreende o conjunto de princípios e técnicas necessárias para a tomada de decisões sobre investimentos, permitindo a comparação e avaliação de oportunidades. Sua abordagem geral do estudo de finanças permite ao administrador financeiro tomar a decisão ótima considerando a vida útil do projeto envolvido. Para tal, inicialmente é necessário identificar os aspectos relevantes, as relações risco *versus* retorno envolvido e os fluxos de caixa (ABREU FILHO *et al.*, 2006).

Segundo Rocha Motta e Calôba (2010), a engenharia econômica consiste em definir alternativas de investimentos e prever suas conseqüências, reduzida a termos monetários, elegendo-se um instante de referência temporal e considerando o valor do dinheiro no tempo sobre a tomada de decisão. Através dela é possível compreender e obter equivalências entre fluxos de caixa em diversos momentos. Sua utilidade é evidenciada em atividades diversas como finanças, marketing, produção e até decisões pessoais que envolvem a aplicação de capital. Os critérios de análise condensam todas as informações quantitativas disponíveis em números, que, comparados com padrões preestabelecidos, permitem aceitar ou rejeitar a proposta de investimento em análise (WOILER e MATHIAS, 1994; Rocha Motta *et al.*, 2009).

A questão do retorno de investimento é uma questão crucial e vital para o equilíbrio da economia de um país e, da mesma forma, para a continuidade e sobrevivência das empresas. Antes da decisão de investir, recorreremos aos cálculos financeiros, ou às teorias de finanças, ou às técnicas de análise de viabilidade econômica de projetos (matemática), quer seja no lançamento de um novo produto, na expansão de mercado, quer na análise de um projeto global, como na construção (KASSAI *et al.*, 2000). Um empreendimento imobiliário constitui-se numa alternativa de investimento, cuja opção justifica-se pela previsibilidade de benefícios econômicos futuros em detrimento de outras opções de investimento (HAUSER e KRÜGER, 2006). A tarefa principal de um processo de tomada de decisão é escolher a melhor entre as alternativas possíveis, requerendo, para tanto, a definição do “melhor” e sabendo que este “melhor” é sempre relativo à gama de opções existentes (NEWNAN *et al.*, 2004).

Decidir é escolher uma única alternativa entre as alternativas disponíveis, mas de diferentes expectativas de desempenho associadas à configuração de riscos (ROCHA LIMA JR, 2004). No processo decisório, é importante a consideração do “valor do dinheiro no tempo”, ou seja, a consideração da diferença entre a disponibilidade de capital no presente e no futuro (GONZÁLEZ e FORMOSO, 2001). Portanto, pode-se afirmar que quantias iguais de dinheiro em períodos distintos de tempo têm poder de compra diferente (FABRYCKY e BLANCHARD, 1991).

Para a etapa de seleção de critérios, dentro da estrutura de um processo decisório voltado para a indústria da construção civil, cabe uma descrição dos critérios (ou indicadores) mais usados nas análises de viabilidade considerando o fluxo de caixa que serão utilizados neste estudo. São eles: taxa de retorno, prazo de recuperação do capital ou “*payback*”, valor presente líquido (VPL) e o valor anual uniforme equivalente (VAUE). Para o tratamento da incerteza nos valores de entrada para a análise econômica do projeto de investimento da construção será utilizada a técnica da análise de sensibilidade. E para a medição dos custos de risco para a construção será utilizada a técnica simulação de Monte Carlo. A seguir são apresentados estes principais conceitos e parâmetros envolvidos na engenharia econômica.

3.2.1 Fluxo de Caixa

Fluxo de caixa é um objeto matemático que pode ser representado graficamente (FIG.3) com o objetivo de facilitar o estudo e os efeitos da análise de certa aplicação, que pode ser um investimento, empréstimo, financiamento, etc. Na análise financeira, pode ser representados por tabelas, quadros ou esquematicamente por um diagrama. É o principal instrumento da gestão financeira, pois permite às empresas executar suas programações financeiras e operacionais, projetadas para certo período de tempo (FERREIRA, 2000; CORDEIRO DA SILVA, 2006; ROSSETTI, 2008).

	-550	-700	+300	+290	+280	+270	+510	
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	
0	1	2	2+1	2+2	2+3	2+4	2+5	(anos)

	(u.m.)						
Item\Ano	1	2	2+1	2+2	2+3	2+4	2+5
(1) Inv.Inic.	(550)	(700)					
(2) Vr. Salv.							250
(3) Receita			650	650	650	650	650
(4) Custo			350	350	350	350	350
(5) Imp.Renda				10	20	30	40
FC	(550)	(700)	300	290	280	270	510

Onde: FC = (1) + (2) + (3) - (4) - (5)

FIGURA 3 – Diagrama de fluxo de caixa
Fonte: PETAIN, 2005, P.10.

A finalidade de controlar o saldo do fluxo de caixa (entrada-saída) é manter uma quantidade de dinheiro (liquidez) suficiente que permita saldar os compromissos assumidos nos prazos estipulados, sem a necessidade de recorrer à capital de terceiros (empréstimos) (DSD, 2009). Os objetivos do fluxo de caixa são muitos, mas o principal é a visão gerencial de todas as atividades (entradas e saídas) diárias, do grupo do ativo circulante. Assim se tem uma visão das disponibilidades, representando o grau de liquidez da empresa (CORDEIRO DA SILVA, 2006). Conforme Puccini (2003) e Sá (2006), a elaboração de fluxo de caixa é indispensável na análise de rentabilidades e

custos de operações financeiras, e no estudo de viabilidade econômica de projetos e investimentos, pois é o método de captura e registro dos fatos e valores que provocam alterações no saldo de caixa e sua apresentação em relatórios estruturados, de forma a permitir a compreensão e análise.

O fluxo de caixa é uma maneira simples de representar as quatro dimensões do dinheiro. Colocam-se no eixo do tempo as datas de ocorrência das entradas ou saídas do dinheiro. A linha com início no instante $t=0$ do tempo é dividida em frações representando dias, semanas, meses, anos etc. As entradas de caixa representam os pagamentos ou depósitos por valores positivos, e os desembolsos ou as saídas de caixa são representados por valores negativos (ROSSETTI, 2008).

3.2.2 Taxa de desconto

A taxa de desconto, taxa mínima de retorno ou custo de oportunidade é a taxa de juros utilizada ao longo de um período de tempo para reduzir, em unidades monetárias, o valor futuro, passando-o para valor presente (ELDENBURG, 2007). É chamada custo de oportunidade por representar o retorno devido ao investimento no projeto (BREALEY, 2008). A taxa de desconto selecionado deve refletir o valor temporal do dinheiro investido. A taxa de desconto é usada para converter os custos que ocorrem em momentos de custos diferentes equivalentes a um ponto comum no tempo. Inclui a inflação geral dos preços durante o período do estudo, referida como a taxa de desconto "nominal" ou taxa de desconto "real" (ASTM E 917-05, 2009).

A adoção de uma taxa de desconto num fluxo de caixa faz tornar equivalente o valor do fluxo originalmente dispostos em diferentes períodos. Sua determinação é influenciada pelo enfoque que se deseja dar à análise do investimento, podendo assumir diferentes valorações e denominações (HAUSER, 2005).

3.2.2.1 Taxa Interna de Retorno

A taxa interna de retorno (TIR), do inglês *internal rate of return (IRR)*, é uma das formas mais sofisticadas de se avaliar propostas de investimentos de capital. Ela representa a taxa de desconto que iguala, num único momento, os fluxos de entrada com os de saída de caixa. É a taxa que produz um valor presente líquido (VPL) igual à zero (KASSAI, 2000; ROCHA MOTTA e CALÔBA, 2010; ELDENBURG, 2007). Em outras palavras, é a taxa de retorno esperada e oferecida por outros ativos com um risco equivalente ao projeto em avaliação, sendo calculada sobre os fluxos de caixa da empresa.

Segundo Brealey (2008), taxa interna de retorno é uma medida de retorno que depende exclusivamente do montante e da data de ocorrência dos fluxos de caixa do projeto. A taxa interna de retorno não deve ser confundida com o custo de oportunidade do capital, embora ambos sejam taxas de desconto na fórmula do VPL. Quando se compara o custo de oportunidade do capital com a TIR do projeto a ser avaliado, efetivamente se analisa se o projeto tem um VPL positivo. Segundo esse critério, as empresas devem aceitar qualquer investimento que ofereça uma TIR superior ao custo de oportunidade do capital.

3.2.2.2 Taxa Mínima de Atratividade

A taxa mínima de atratividade (TMA) é a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. A base para estabelecer uma estimativa da TMA é a taxa de juros praticada no mercado. O entrelaçamento das diversas taxas de captação e de aplicação existente no mercado confirma a dificuldade de estabelecer um valor exato para a taxa mínima de atratividade a ser usada na descapitalização do fluxo esperado de benefícios de um projeto de investimento. A razão desta dificuldade é a oscilação, ao longo do tempo, das taxas que servem de piso e de teto para a TMA. (SOUZA e CLEMENTE, 2004).

Para Ferreira (2000), para um dado projeto:

- se $TIR > TMA$, o projeto é economicamente viável e, portanto deverá ser realizado;
- se $TIR < TMA$, o projeto é economicamente inviável;
- se $TIR = TMA$, é indiferente investir os recursos no projeto ou deixá-los rendendo juros à taxa mínima de atratividade.

3.2.2.3 Custo de Oportunidade do Capital

O Custo de Oportunidade do Capital, também admitido como uma taxa de desconto representa o custo do uso de um capital próprio em detrimento a outros investimentos alternativos dispensados pelo empreendedor (GONZÁLEZ e FORMOSO, 2001). O custo de oportunidade do capital é um padrão de retorno para o projeto que utilizamos para calcular o valor do projeto. O custo de oportunidade do capital se estabelece nos mercados de capitais (BREALEY, 2008).

3.2.3 Imposto de renda

Nas análises de retorno do investimento, de alavancagem financeira (retorno dos ativos em relação ao custo do capital de terceiros) é necessário ajustar o efeito do imposto de renda - IR (KASSAI, 2000). Para construir os investimentos que estão sujeitos ao imposto de renda, incluem-se na análise de ajustes os custos de instalação, despesas e valor de revenda, de modo a refletir os efeitos do imposto de renda (ASTM E 917-05, 2009).

3.2.4 Valor Presente Líquido

O valor presente líquido (VPL) é o valor monetário corrente de uma quantia futura – a quantia que precisaria ser aplicada hoje, a certa taxa de juros, por um período determinado, para igualar a uma determinada quantia futura. A técnica de valor presente, valor atual ou valor descontado utiliza o processo de desconto para determinar o valor presente de cada fluxo de caixa na data zero, usando-se como taxa de desconto a TMA (taxa mínima de atratividade) e depois esses valores são somados para se ter o valor do investimento hoje (GITMAN, 2004).

O método do valor presente líquido (VPL) consiste em trazer a uma única data todos os valores do fluxo de caixa distribuídos em datas diferentes (HAUSER e KRÜGER, 2006). Conforme Kassai, *et al.* (2000) pode ser obtido por meio da seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{FC\eta}{(1+i)^{\eta}} \quad (1)$$

Onde: FC = Fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos);
 i = Taxa de atratividade (desconto);
 η = Período.

Para Helfert (2000), a avaliação do valor presente líquido permite ao analista determinar se o saldo líquido desses valores é favorável ou desfavorável, ou seja, determinar a natureza da compensação econômica envolvida. Para se utilizar tal instrumento, deve ser especificada uma taxa de desconto que representa oportunidades de ganhos normais. Para isso, são aplicados fatores de valor presente apropriados sobre entradas e saídas de caixa durante a vida econômica do investimento proposto. Finalmente, os valores atuais de todas as entradas (valores positivos) e saídas (valores negativos) são somados, e a diferença entre esses valores representa o valor presente líquido. O VPL de um projeto permite avaliar se o projeto vale mais do que custa.

O valor do VPL deve ser suficiente para cobrir os riscos do projeto e atrair o investidor. Ele proporciona uma comparação entre o valor do investimento e o valor dos retornos esperados (na forma de fluxo de caixa líquido) com todos os valores considerados no momento atual (BROM, 2007). Seu valor pode ser positivo ou negativo. O critério de

viabilidade econômico-financeira é atendido quando o VPL é positivo, o que sugere que as entradas de capital no fluxo de caixa são superiores às saídas, e que foram recuperados o investimento inicial e a parcela que se teria se esse capital tivesse sido aplicado à TMA. Um resultado negativo indica que o projeto não está alcançando o padrão de ganhos e, assim, provocará uma perda de capital se implementado (HAUSER e KRÜGER, 2006). Se o VPL for zero é indiferente investir ou não nessa alternativa, mas ela ainda é viável economicamente. Neste caso, dada a incerteza associada à estimativa dos fluxos de caixa que suportam a análise, pode-se considerar elevada à probabilidade do projeto se revelar inviável (ROCHA MOTTA e CALÔBA, 2010).

Na análise de dois ou mais projetos de investimento, será preferível aquele que apresentar o VPL de valor mais elevado. Quando o sinal é negativo será invertida a notação. Portanto, a alternativa que apresentar menos VPL, por ser a de menor custo, será mais interessante do ponto de vista econômico-financeiro. No entanto, deve ser considerado que montantes de investimento diferentes, bem como distintos horizontes temporais, obrigam a uma análise mais cuidadosa (BREALEY, 2008; ROCHA MOTTA e CALÔBA, 2010).

3.2.5 Valor Anual Uniforme Equivalente

O valor anual uniforme equivalente (VAUE) determina o quanto o investimento lucraria, anualmente, a mais que uma dada aplicação financeira. Consiste em encontrar uma série uniforme anual equivalente pela TMA ao fluxo de caixa do investimento (KOPITTKKE e CASAROTTO, 2000).

Para Kassai (2000), o VAUE é o método de avaliação de investimento que consiste em obter um valor médio periódico dos fluxos de caixa positivos de um projeto e compará-lo com o valor médio dos fluxos de caixa negativos. Enquanto o VPL demonstra o resultado líquido de um fluxo de caixa a valor presente, o VAUE mostra um resultado equivalente em bases periódicas, por exemplo, por ano, é apurado da seguinte forma:

$$VAUE = PMT(FluxosPositivos;TMA) - PMT(FluxosNegativos;TMA) \quad (2)$$

Onde: PMT = valor médio dos fluxos;
TMA = Taxa Mínima de Atratividade.

Kopittke e Casarotto (2000) relatam que se o VAUE for positivo, este investimento é recomendado economicamente e entre dois ou mais investimentos, seria recomendado o investimento que resultar no maior VAUE. Portanto, ele é mais uma ferramenta que pode ser utilizada na análise de investimentos.

3.2.6 Investimento

Os investimentos são os fundos comprometidos com o propósito de obter um retorno econômico durante certo tempo, normalmente na forma de fluxos de caixa periódicos ou um valor final, que podem ter naturezas diversas e, por isso, diferentes tempos de ativação (HELFFERT, 2000; ROSSETTI, 2008). Conforme Helfert (2000), é a força motriz básica da atividade empresarial e a fonte de crescimento que sustentam as estratégias competitivas explícitas da administração e, normalmente, estão baseadas em planos (orçamentos de capital) comprometidos com fundos novos ou já existentes, destinados a três áreas principais:

- capital de giro (saldos de caixa, de duplicatas a receber e de estoques, menos duplicatas a pagar e outras obrigações circulantes);
 - ativos físicos (terrenos, edifícios, maquinaria e equipamentos, móveis de escritório, equipamentos de laboratório);
 - programas de gastos principais (pesquisa e desenvolvimento, desenvolvimento de produto ou serviço, programas de promoção, aquisições etc.).
-

3.2.7 Gasto

Gasto é o compromisso financeiro assumido por uma empresa na aquisição de bens e serviços, o que sempre resultará em uma variação patrimonial seja ela qualitativa no início e/ou quantitativa em seguida. O gasto, por sua natureza, pode ser definido como gasto de investimento, quando o bem ou o serviço for utilizado em vários processos produtivos (imobilizado, estoques etc.), e como gasto de consumo, quando o bem ou serviço forem consumidos no momento mesmo da produção ou do serviço que a empresa realiza. Dependendo da destinação do gasto de consumo, ele poderá ser classificado como custo ou despesa. O mesmo acontece com o gasto de investimento: à medida que o investimento for sendo consumido ele poderá transformar-se em custo ou despesa, dependendo do objeto onde estará sendo aplicado (KROETZ, 2001; ROSSETTI, 2008).

3.2.7.1 Custos

Os custos são todos os gastos, desembolsáveis ou não, utilizados com a finalidade específica de se obter ou processar um produto ou serviço que faz parte da cadeia produtiva da empresa (ROSSETTI, 2008). Conforme Helfert (2000), o custo é o valor de transação pelo qual um ativo foi adquirido ou é qualquer despesa periódica reconhecida e confrontada com a receita periódica. Os custos podem ser classificados como custo fixo ou custo variável.

Custo fixo é aquele cujo valor não sofre alterações em função das variações de volumes de produção ou de venda da empresa num determinado período de tempo. No entanto, podem sofrer alterações de valor, em função da flutuação dos preços de seus elementos. São exemplos de custo fixo o aluguel do ponto comercial, o salário fixo do pessoal, a conta de energia elétrica e depreciação dos computadores (ELDENBURG, 2007; HELFERT, 2000; ROSSETTI, 2008).

Custo variável é aquele cujo valor é alterado em função da variação ocorrida nos volumes de produção, operações ou de comercialização da empreendimento. O valor total desses gastos vai variar, de um período para o outro, em função das variações

ocorridas no volume de produção ou de vendas dos produtos ou serviços. São exemplos desse tipo de custo às comissões sobre as vendas, conta de energia elétrica da área industrial, e materiais e insumos utilizados na composição do produto acabado (ROSSETTI, 2008).

3.2.7.2 Despesas

Conforme Helfert (2000), despesa é o débito periódico contra receitas reconhecidas conforme os princípios fundamentais da contabilidade, representando um desembolso de caixa direto ou uma alocação ou provisão de desembolsos passados e futuros. Nas despesas são classificados os gastos realizados pela empresa com o objetivo de contribuir com a geração de receitas (despesas comerciais) ou ainda para controlar as suas atividades (despesas administrativas). As despesas estão relacionadas com a administração da empresa e com a comercialização dos produtos e/ou serviços não tendo vínculos com a produção. A distinção entre custo e despesa, muitas vezes, gera respostas confusas, contraditórias ou polêmicas. Para diferenciá-las, deve-se perguntar: com qual finalidade a empresa realiza estes gastos? Se o gasto for para obtenção de um produto ou serviço que ela elabora e comercializa, então não há dúvida de que tal gasto deve ser classificado como custo. Se o gasto tiver destino diferente, então deve ser classificado como despesa (ROSSETTI, 2008). De forma similar ao custo, a despesa pode ser de natureza fixa ou variável.

3.2.8 Juros

Os juros se referem ao pagamento pela posse e uso do dinheiro por um período adicional de tempo, correspondem aos juros de empréstimos realizados para o financiamento do produto ou investimento (ROCHA MOTTA, 2009). A receita de juros deve ser suficiente para cobrir o risco, as despesas e a perda do poder aquisitivo do capital investido, além de proporcionar lucro ao investidor (ROSSETTI, 2008).

3.2.9 Financiamento

O financiamento é a provisão de fundos a partir de fontes internas ou externas, de forma a permitir o investimento e as operações de uma empresa (HELFERT, 2000; CASAROTTO, 2007). Os financiamentos também são utilizados na compra de uma casa, de um carro, para fazer um curso, etc. Os financiamentos de médio e longo prazo são definidos em função da periodicidade dos pagamentos, dos juros, da devolução parcial do valor financiado (amortização), e o saldo devedor na data de pagamento de cada parcela. Ao conjunto desses dados se dá o nome de Plano de Financiamento (LAPPONI, 2007).

3.2.10 Amortização

A amortização é o processo de extinção gradual de uma dívida através de uma série de pagamentos periódicos, denominados prestações, isto é, o reembolso de um empréstimo em prestações. Cada prestação deve pagar os juros vencidos, mais uma parcela para a amortização do principal. Ela trata basicamente da forma com que um devedor pode saldar suas dívidas, segundo regras ou acordos estabelecidos entre as partes ou de sistemas convencionais de amortizações como: Francês, Price, SAC, Americano etc. (KASSAI, 2000; TORRES, 2006; BREALEY, 2008).

3.2.11 Depreciação

A depreciação é o reconhecimento do desgaste do bem devido ao uso ou obsolescência, expresso em termos monetários, em função da sua utilização para a geração de receitas da empresa, sendo a parcela de um investimento que pode ser deduzida ao rendimento

tributável (BAUER, 2003; BREALEY, 2008; ROSSETTI, 2008). É um custo sem desembolso, o qual, após o abatimento dos lucros, em cada exercício fiscal, acarreta em menor lucro tributável, o qual, por sua vez, mantida uma mesma alíquota de imposto de renda, resulta em menor imposto de renda a pagar. O uso de um recurso e seu desgaste natural com o tempo retorna de alguma forma para a empresa como um dedutível do Imposto de Renda (ROCHA MOTTA, 2009).

A depreciação aparece no fluxo de caixa sob duas formas: depreciação física, que está implícita ao considerar para cada bem um valor de aquisição, uma vida útil e um valor residual (ou do salvado) ao final da mesma; e a depreciação fiscal, explícita na forma de encargo de capital.

A legislação da tributação referente à depreciação menciona que podem ser objeto de depreciação todos os bens sujeitos a desgaste pelo uso ou por causas naturais ou obsolescência normal, inclusive edifícios e construções, observando-se que a quota de depreciação é dedutível a partir da época da conclusão e início da utilização. Não é admitida quota de depreciação referente a prédios ou construções não alugados nem utilizados pelo proprietário na produção dos seus rendimentos ou destinados à revenda (LAPPONI, 2007).

Ainda segundo Lapponi (2007), a taxa de depreciação fixada pela legislação do Imposto de Renda, estabelece que a quota a ser registrada na escrituração da pessoa jurídica, como custo ou despesa operacional, seja determinada com base nos prazos de vida útil e nas taxas de depreciação constante para edificações e construções. Isto representa 4% anual de depreciação durante a vida útil de 25 anos.

Segundo Souza (2005), as construções e prédios que não fazem parte do ativo operacional da empresa, bem como, terrenos, obras de artes e antiguidades não são admitidos como depreciáveis para efeito fiscal.

3.2.12 Prazo de recuperação do investimento ou *Payback*

O *payback* é o período de tempo em que ocorre o retorno do investimento; nada mais é do que o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido (KASSAI, 2000; SOUZA e CLEMENTE, 2004; BRITO, 2006). Neste período, os valores dos investimentos (fluxos negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos). O *payback* ignora a ordem de aparecimento dos fluxos de caixa durante o período de recuperação, e ignora completamente os fluxos de caixa subseqüentes. Não considera, portanto, o custo de oportunidade do capital (BREALEY, 2008).

Para Helfert (2000), o *payback* descontado é atingido no ponto específico de tempo quando o valor presente positivo acumulado das entradas se iguala ao valor presente negativo acumulado de todos os desembolsos. Corresponde ao ponto da vida econômica do projeto no qual o investimento original foi amortizado completamente e um retorno igual ao padrão de lucro foi atingido sobre o saldo decrescente. Ou seja, o ponto no qual o projeto se tornou economicamente atraente (DAMODARAM, 2002; GITMAN, 2004; BREALEY, 2008).

O período de recuperação de um projeto é obtido calculando-se o número de anos necessários para que os fluxos de caixa acumulados estimáveis se igualem ao montante do investimento inicial. Também pode ser calculado de forma simples pela razão entre investimento e receitas (ROCHA MOTTA e CALÔBA, 2010; BREALEY, 2008). Segundo Kassai *et al.* (2000) o *payback* total é:

$$PaybackTotal = \frac{PV(investimentos) \times n^{\circ} \text{anos}}{PV(lucros)} \quad (3)$$

As empresas comumente empregam o método do período de recuperação (*payback*) como uma norma auxiliar na tomada de decisão sobre investimento. Pode ser utilizado para estabelecer limites na tomada de decisões: os projetos serão aceitos quando se obtém um retorno sobre o capital investido de pelo menos 15%, desde que o período de *payback* seja menor do que 10 anos. Também pode ser uma ferramenta para a escolha entre projetos que tenham um desempenho similar em relação à norma básica de

tomadas de decisões, como por exemplo: se dois projetos mutuamente excludentes têm retornos sobre o patrimônio líquido semelhantes à escolha deveria recair sobre o que tem o período de *payback* mais curto.

Newnan *et al.* (2004) sugerem que a popularidade desse método para a avaliação do retorno do investimento se deve à sua simplicidade, que o torna de fácil compreensão por aquelas pessoas não detentoras de grandes conhecimentos na área da engenharia econômica.

3.2.13 Análise de sensibilidade

Dentre todas as técnicas disponíveis para análise de risco e incerteza associados a projetos de investimentos, a mais utilizada, é a análise de sensibilidade. Esta técnica permite medir o efeito produzido na rentabilidade do investimento, ao se fazer variar os dados de entrada (NEVES, 1982; OLIVEIRA, 1982; HIRSCHFELD, 1998; CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2000). A análise de sensibilidade é um método de avaliações de risco que identifica as variáveis críticas de um investimento e constrói cenários com essas variáveis (BREALEY, 2008; ROSSETTI, 2008). Para Geiger (2003), a análise de sensibilidade permite ao analista medir o impacto da entrada de dados individuais sobre o resultado econômico total de um projeto. Em outras palavras, a análise de sensibilidade consiste em variar um ou mais fatores que influenciam o fluxo de caixa do projeto, mantendo os demais em seu nível de referência, e calcular o efeito na variável de decisão. Desta forma, pode-se determinar quais os fatores são mais sensíveis (maior efeito) e, portanto, merecem mais atenção. Quando uma pequena variação no parâmetro altera drasticamente a rentabilidade de um projeto, pode-se dizer que o projeto é muito sensível a este parâmetro e poderá ser interessante concentrar esforços para obter dados menos incertos, ou seja, quando uma pequena mudança no valor de uma estimativa resulta em mudanças na escolha da alternativa ou rejeição de um projeto, diz-se que a decisão é sensível àquela estimativa (NEVES, 1982; OLIVEIRA, 1982; HIRSCHFELD, 1998; CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2000).

Pode-se mostrar a sensibilidade de cada fator em um gráfico (FIG. 4), no qual quanto maior a inclinação da curva, maior será a sensibilidade. Os limites de cada curva são os pares conjugados dos pontos de valores máximo e mínimo da variável com os seus resultados finais. As curvas que possuem maiores diferenças entre os resultados finais dos limites representam as variáveis com maiores extensões no Diagrama de Tornado (FIG. 5). Outra maneira de apresentar a análise de sensibilidade é através de um diagrama onde se fixa uma porcentagem de variação para os fatores e loca-se em um gráfico de barras horizontais o efeito percentual na variável de decisão, ordenando estes efeitos em sentido decrescente (TORRES, 2006; PANOCHIA, 2008).

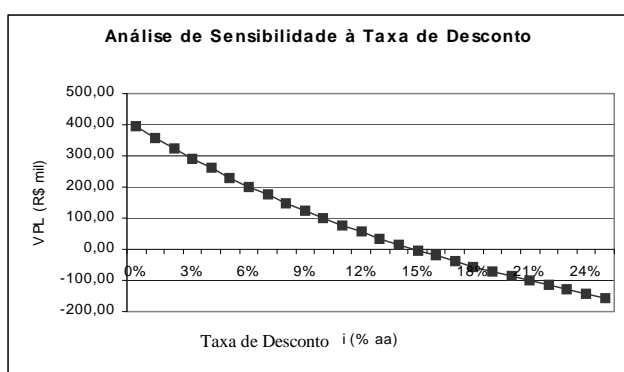


FIGURA 4 – Análise de Sensibilidade à Taxa de Desconto
Fonte: ROCHA MOTTA E CÂLOBA, 2010.

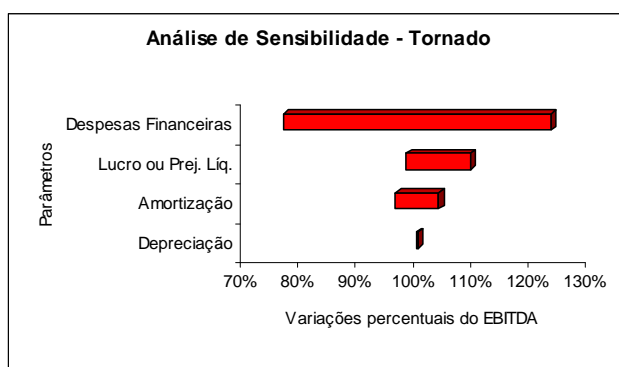


FIGURA 5 – Análise de Sensibilidade à Taxa de Desconto
Fonte: ROCHA MOTTA E CÂLOBA, 2010.

De um modo geral, a análise de sensibilidade é útil para:

- tomar melhores decisões;
- decidir quais dados estimados devem ser refinados antes de tomar uma decisão;
- concentrar-se nos elementos críticos durante a implementação (PANOCHIA, 2008).

Essa afirmação é perfeitamente aplicável às decisões que se referem aos projetos de investimento, pois identificadas as variáveis de risco, o tomador da decisão pode aprovar ou não o projeto, consegue direcionar uma atenção maior para os fatores mais críticos, rever as estimativas feitas, considerar efeitos de eventualidades que possam vir a ocorrer envolvendo tais fatores e, dessa forma, tomar uma melhor decisão apoiado por uma riqueza maior de detalhes pertinentes aos possíveis cenários futuros (ELDENBURG, 2007; PANOCHIA, 2008).

Segundo Ross *et al.* (2000), embora seja simples, esta análise representa uma tentativa de consideração do risco no projeto. A análise de sensibilidade também é útil para indicar onde erros de previsão causarão os maiores danos. A técnica da análise de sensibilidade é utilizada para o caso em que há poucos componentes do fluxo de caixa sujeitos a aleatoriedade baixa. É o caso de pequenas variações na Taxa Mínima de Atratividade, no investimento inicial, ou no prazo do projeto (SOUZA e CLEMENTE, 2004).

O problema dessa abordagem é a arbitrariedade na compreensão do que é realmente otimista, pessimista e mais provável. Para alguns analistas um nível de uma variável pode ser categorizado como otimista, ao passo que por outro pode ser categorizado como extremamente improvável de ocorrer. Outro problema com essa técnica, é a negligência da influência que uma alteração em uma variável pode acarretar sobre outras variáveis. As diversas variáveis tendem fortemente a estar relacionadas entre si e o método as trata isoladamente (Correia Neto *et al.*, 2002). As simulações em vários níveis de combinações (alto, médio e baixo, por exemplo) podem dar certa definição das variações dos resultados, mas não concluem quanto os resultados mais otimistas são mais prováveis que os mais baixos. A principal limitação da técnica apontada por diversos autores é a de não indicar a probabilidade possível da ocorrência de variação dos parâmetros escolhidos na modificação da variável em análise e de considerar cada variável como sendo independente (ALMEIDA, 2008).

Apesar de se usar, às vezes, a análise de sensibilidade para se estimar um modelo a uma distribuição de probabilidades conhecida, este método calcula o efeito da mudança de uma única variável de cada vez. Ele se limita, a priori, à criação de um cenário otimista

e outro pessimista. Já com o uso da simulação de Monte Carlo, pode-se considerar todas as combinações possíveis, com a criação de milhares cenários, gerando uma distribuição de probabilidade dos resultados (CARDOSO, 2000).

3.2.14 Simulação de Monte Carlo

Com as dificuldades encontradas no processo de tomada de decisão no ambiente empresarial, busca-se cada vez mais a utilização de métodos matemáticos e estatísticos para auxiliar o procedimento decisório (SARAIVA, 2008). Os métodos tradicionais baseiam-se na análise de dados ou indicadores determinísticos, em poucos cenários, como Valor Presente Líquido - VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR, *Payback*, entre outros. No entanto, sabe-se que a realidade pode não ser bem captada por esses indicadores, comportando-se de forma não prevista. Isto quer dizer, a complexidade e as incertezas do mercado dificultam a avaliação da eficiência de um projeto. Neste contexto, as técnicas de simulação surgem como importante ferramenta para prever e minimizar incertezas de custos e tempo de projetos (BRUNI *et al*, 1998).

O método de Monte Carlo tem seu nome associado à cidade de Monte Carlo devido ao jogo de roleta, o qual é um gerador simples para números aleatórios. O termo simulação de Monte Carlo foi inicialmente utilizado na Segunda Guerra Mundial para problemas de simulação associados ao desenvolvimento da bomba atômica (CARDOSO e AMARAL, 2000).

A definição de Simulação varia segundo os diferentes enfoques dos autores, uma vez que se guia por diferentes objetivos e que pode ser observado como segue. Lustosa *et al.* (2004, p. 251) advogam que a simulação de Monte Carlo é “uma técnica que utiliza a geração de números aleatórios para atribuir valores às variáveis do sistema que se deseja investigar.” A cada iteração o resultado é armazenado e, ao final de todas as iterações, a seqüência de resultados gerados é transformada em uma distribuição de probabilidades possibilitando calcular estatísticas descritivas, como a média e o desvio-padrão. Para Gentle (2003), um grupo de unidades físicas de um fenômeno aleatório pode ser descrito por uma função densidade de probabilidade, função esta que o método de Monte Carlo utiliza para determinar propriedades das variáveis em estudo.

A simulação de Monte Carlo é um método para calcular a distribuição de probabilidades de acontecimentos (resultados) aleatórios. Refere-se ao ato de realizar um processo de amostragem consistente de n iterações. Em cada uma delas, todas as variáveis aleatórias de entrada (*inputs*) são amostradas, dando origem a determinados resultados para as variáveis de saída (*outputs*) de interesse. A técnica é baseada em inúmeras simulações virtuais do projeto de forma a criar cenários aleatórios que permitem obter uma distribuição estatística das variáveis que interessam para analisar o seu comportamento ou desempenho em condições aleatórias (ROCHA MOTTA E CALÔBA, 2010; BREALEY, 2008; TORRES, 2006).

Um outro aspecto importante em uma análise probabilística, feita através da simulação de Monte Carlo, é o número de simulações necessárias para se obter resultados confiáveis. Teoricamente, quanto maior o número de simulações, mais precisos são os resultados obtidos, realiza-se um número de iterações que garanta que os resultados estarão tendendo a certa estabilidade. Porém, como cada simulação implica em uma rodada de cálculos determinísticos, um grande número de simulações pode apresentar-se computacionalmente inviável. Torna-se interessante então o conhecimento de um número mínimo de simulações que forneça resultados satisfatórios (ROCHA MOTTA, 2009; PANOCHIA, 2008; HOLZBERG, 2001). Neste estudo, definiu-se que o número de simulações a serem realizadas seria 10.000, número este que segundo Souza (2004) é grande o suficiente para permitir que os resultados (média e desvio-padrão das variáveis de saída) se estabilizem, além de permitir que se obtenham gráficos com uma maior densidade de pontos.

Vários são os softwares desenvolvidos para esse tipo de simulação, havendo até pacotes integrados que reúnem, além da simulação, outras ferramentas para análise de decisões. Os softwares especializados são o Crystal Ball, da Decisioneering, e o @Risk, da Palisade, mas para problemas pequenos podem-se usar programas simples com os do *Excel* (TORRES, 2006).

Executando-se uma série de análises, com diferentes números de simulações, pode-se observar que a partir de certo número, os resultados tornam-se bem parecidos, e que as simulações adicionais representam pequenas melhorias nos resultados. Baseando-se

neste fato, pode-se estudar o menor número de simulações que se associe a uma margem tolerável de erros. O erro de estimativa é função do número de iterações. O tamanho da amostra ou o número de iterações da simulação afeta a qualidade do resultado à medida que o número de iterações aumenta, a média e o desvio-padrão tende a se estabilizar (ROCHA MOTTA, 2009; PANOCHIA, 2008; HOLZBERG, 2001).

Para cada variável incerta do modelo (isto é, que tem uma faixa de valores possíveis), é preciso definir os valores possíveis com base em uma distribuição de probabilidades, e esta é a principal dificuldade de utilização desta técnica. Dependendo da natureza do problema, diferentes distribuições de probabilidade podem ser utilizadas para as variáveis independentes. Pode-se utilizar distribuições como: Normal, Log-Normal, Exponencial, Triangular, Weibull e Uniforme (CARDOSO, 2000; JACOBONI e REGGIANI, 1983). A FIG. 6 ilustra alguns exemplos de distribuições de probabilidades que estas variáveis podem ter.

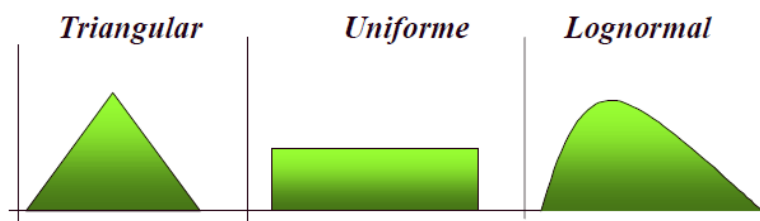


FIGURA 6 – Exemplo de distribuições de probabilidade
Fonte: CARDOSO, 2000, P.5.

Alguns tipos de distribuição e suas características serão apresentadas abaixo, segundo Rocha Motta e Calôba, 2010:

- A distribuição triangular é usada em modelos simplistas, também muito empregada em face de escassez de dados disponíveis. Seus parâmetros são o mínimo, o máximo e o mais provável.
 - A distribuição uniforme descreve uma variável que tem exatamente mesma probabilidade de assumir qualquer valor dentro de seu domínio. Essa distribuição costuma ser empregada para modelagem de uma variável aleatória da qual só se conhece a faixa de variação, sendo equiprovável qualquer ocorrência dela no intervalo.
-

- A distribuição normal é muito utilizada em um modelo bastante razoável para muitos fenômenos aleatórios, ligada a grandezas antropomórficas, como peso, altura; valores de quantidades que são a soma de outras quantias (por causa do teorema do limite central). O valor mais provável da normal (moda) é seu valor esperado ou média, e valores pessimistas e otimistas mostram-se equidistantes dessa média.
- Na distribuição lognormal: O teorema do limite central mostra que o produto de um número muito grande de variáveis aleatórias é aproximadamente uma lognormal. A variável aleatória com distribuição lognormal, quando logaritmada (pelo logaritmo neperiano), torna-se uma variável com distribuição normal. Ela é útil para modelar variáveis que são produtos de outras variáveis aleatórias, observada em alguns importantes fenômenos naturais, como tamanho de reservas de petróleo, teores de ouro e outros minerais (ROCHA MOTTA e CALÔBA, 2010).

Em uma simulação de Monte Carlo, não só o valor esperado do *Life Cycle Cost* (LCC) pode ser computado, mas também a variabilidade do mesmo valor. Além disso, os níveis de significância probabilística podem ser anexados ao valor LCC computado para cada alternativa em estudo (ASTM E917 – 05, 2009). A simulação deve ser encarada como uma forma alternativa de obter informações sobre os fluxos de caixa esperados, o risco, obter um “envelope” de resultados possíveis, permite identificar o pior e o melhor cenário possíveis.

O método se mostra mais preciso quanto aos resultados. Isto se dá pelo fato de ser um método direto, onde qualquer distribuição probabilística de resultados é possível, tornando assim o método mais representativo dos mecanismos de probabilidades envolvidos no problema (HOLZBERG, 2001). O método de Monte Carlo apresenta diversas vantagens, como a simplicidade conceitual, com replicações de análises dos métodos determinísticos, facilidade de incorporação de modelagens complexas, obtenção de distribuições de probabilidade para os critérios em análise e de se poder caracterizar as incertezas dos parâmetros através de qualquer tipo de distribuição, sendo

assim possível uma melhor quantificação das incertezas envolvidas (HOLZBERG, 2001; KLEIJNEN 1974).

As desvantagens da simulação de Monte Carlo estão atreladas à ausência de critério para a definição do intervalo de frequência acumulada, em que o sorteio aleatório, baseia-se na distribuição uniforme definida, na necessidade de um grande número de dados para execução dos modelos e sua complexidade quando se incluem as incertezas do investimento (BARBOSA e MOURA, 2005; KLEIJNEN, 1974). As desvantagens do método, portanto, reside nas dificuldades em se estimar as relações existentes entre as variáveis, em se definir os formatos das distribuições de probabilidades das variáveis que melhor representem a realidade, e em se interpretar uma distribuição de VPLs (Valores Presentes Líquidos) (CARDOSO, 2000). Mas a principal desvantagem do método da simulação consiste na necessidade de um grande número de rodadas determinísticas do problema. Dependendo do tempo necessário para cada rodada, a aplicação do método pode se tornar inviável (HOLZBERG, 2001).

O procedimento para calcular o custo de risco de construção consiste das seguintes etapas: identificar os elementos críticos de custo; eliminar as interdependências entre os elementos críticos; selecionar a função de densidade da probabilidade; quantificar o risco de elementos críticos; criar um modelo de custo; realizar uma simulação de Monte Carlo; interpretar os resultados e, por último, realizar uma análise de sensibilidade (ASTM E1946, 2007). As etapas da simulação de Monte Carlo de qualquer projeto serão detalhadas a seguir:

- construção do modelo de fluxo de caixa do projeto provocado pelo investimento em questão, onde são estipulados os objetivos do estudo de simulação. Deve-se considerar, além de todas as variáveis utilizadas na análise de sensibilidade, os fatores da interdependência entre os diferentes períodos e a interdependência de diferentes variáveis (JUNQUEIRA e PAMPLONA, 2002; GALHARDO *et al.*, 2004; SCHMIDT, 2005; BRIGHAM, 2008);
 - definição dos principais parâmetros, ou seja, as variáveis dependentes e as independentes e, principalmente, a modelagem da relação entre a variável
-

dependente e as independentes (JUNQUEIRA e PAMPLONA, 2002; GALHARDO *et al.*, 2004; SCHMIDT, 2005; BRIGHAM, 2008);

- coleta de dados das variáveis a serem manipuladas no modelo de simulação: o analista deve especificar a distribuição de probabilidade de cada entrada incerta, como preço de vendas e quantidade de vendas; selecionar, ao acaso, os valores das variáveis, conforme sua probabilidade de ocorrência; especificar a relação entre as variáveis de entrada a fim de se calcular o VPL do investimento. Para toda a variável que puder assumir diversos valores, deve-se elaborar sua distribuição de probabilidade acumulativa correspondente, isto é, a especificação das probabilidades de erro de previsão (JUNQUEIRA e PAMPLONA, 2002; GALHARDO *et al.*, 2004; SCHMIDT, 2005; BRIGHAM, 2008);
- determinar a distribuição de probabilidade que represente a incerteza dos valores: as distribuições contínuas, que permitem aos analistas especificar a incerteza com somente a média e o desvio-padrão, ou distribuições definidas por um limite mais baixo, um mais provável e um limite mais alto, são geralmente usadas para esse propósito (GALHARDO, *et al.*, 2004; BRIGHAM, 2008);
- repetir a simulação muitas vezes, até que se obtenha uma distribuição de probabilidade do VPL. Após muitas interações, obtêm-se estimativas exatas da distribuição de probabilidades dos fluxos, desde que o modelo e as distribuições de probabilidades sejam exatos. Assim, embora dispendiosa e complexa, a simulação obriga o investidor a considerar a incerteza e as interdependências temporais entre as variáveis, o que melhora sensivelmente a análise (JUNQUEIRA e PAMPLONA, 2002; SCHMIDT, 2005).

A Simulação de Monte Carlo, geralmente, é indicada para situações em que as incertezas são muito importantes, existem contingências, ou envolvem múltiplos critérios de decisão (SCHUYLER, 1994). Para Samanez (2007), a Simulação de Monte Carlo pode ser utilizada em situações nas quais não é possível dispor de equações algébricas e formulações analíticas sobre as evoluções de certos acontecimentos. Assim, torna-se possível a utilização de um método estatístico que tem por objetivo prover simulações do comportamento das variáveis do “acontecimento”, de forma a se ter uma explicação razoável do mesmo. A SMC tem por característica buscar múltiplas

respostas, dentro de um universo de simulações definido, sempre a priori, e que estejam dispostas em distribuições igualmente prováveis, para explicar o comportamento e a evolução do acontecimento em estudo.

Conseqüentemente, a simulação deve ser utilizada para compreender o projeto (SCHMIDT e SANTOS, 2005). É importante ressaltar que não se obtém uma resposta única ao se utilizar a Simulação de Monte Carlo, e sim uma gama de respostas. Como, por exemplo, são fornecidos uma distribuição de frequência, um valor médio, desvio padrão, probabilidade de ocorrência de um valor ser “menor ou maior que...”, entre outros. Deste modo, é necessário fazer uma análise mais detalhada do resultado final do estudo, pois ele não fornece uma resposta direta (investir ou não investir) e sim possibilidades e riscos. A decisão final dependerá, além das possibilidades e riscos, da predisposição ao risco por parte dos investidores (MALERBA, 2003).

3.3 Análise do Custo do Ciclo de Vida da construção

Edifícios são tipicamente investimentos de longo prazo cujos modelos de valoração tendem a contabilizar os custos e benefícios da fase de aquisição do produto (NORNES, 2005). Além disso, o mercado imobiliário é especulativo, onde o custo inicial e as decisões de curto prazo são a base para as decisões chave (COLE e STERNER, 2000). Neste contexto, torna-se difícil persuadir o cliente a respeito da melhor solução, considerando que, na maioria das vezes, estes clientes têm objetivos em curto prazo e dificuldade em incorporar análises estendidas ao futuro (MORTON e JAGGER, 1995).

No contexto da construção sustentável, que é um conceito de longo prazo, a análise econômica medida na visão de curto prazo, com base em variações da análise de custo inicial, conduz à não viabilidade do empreendimento. Isto ocorre, pois as várias estratégias e tecnologias sustentáveis têm custo inicial maior, e pagam-se ao longo de mais ou menos tempo. A análise de custos no ciclo de vida compõe o grupo das

técnicas de gerenciamento e controle de custos - como processo de melhoria contínua de valor, engenharia de valor verde, projeto e construção enxuta, para demonstrar não só a viabilidade, mas também que construções com metas de sustentabilidade não implicam necessariamente em aumento de custos em relação a construções convencionais, podendo inclusive, se bem integrados ao processo de entrega do empreendimento, chegar à redução de custos (SILVA e PARDINI, 2010).

Dessa forma, os critérios de escolha ou indicadores de qualidade e custo dos processos decisórios dentro da construção civil sustentável devem considerar amortização das soluções adotadas ao longo da vida da edificação, uma vez que a solução sustentável adotada só se pagará com a diminuição dos custos de operação e manutenção, ou referentes à minimização do impacto ambiental, econômico e social em longo prazo. Ou seja, na construção sustentável a análise do custo da edificação ao longo do seu ciclo de vida é uma ferramenta de decisão fundamental (PARDINI, 2009 e SILVA, 2006; 2009).

3.3.1 Ciclo de vida

Segundo Pardini (2009), o ciclo de vida é um conceito que trata de todas as etapas ligadas à produção de um produto, desde as extrações de matérias-primas necessárias a sua fabricação até a sua disposição final (do berço ao túmulo) ou seu reaproveitamento como matéria-prima para a abertura de um novo ciclo de vida. O ciclo de vida de uma edificação é ilustrado na (FIG. 7).

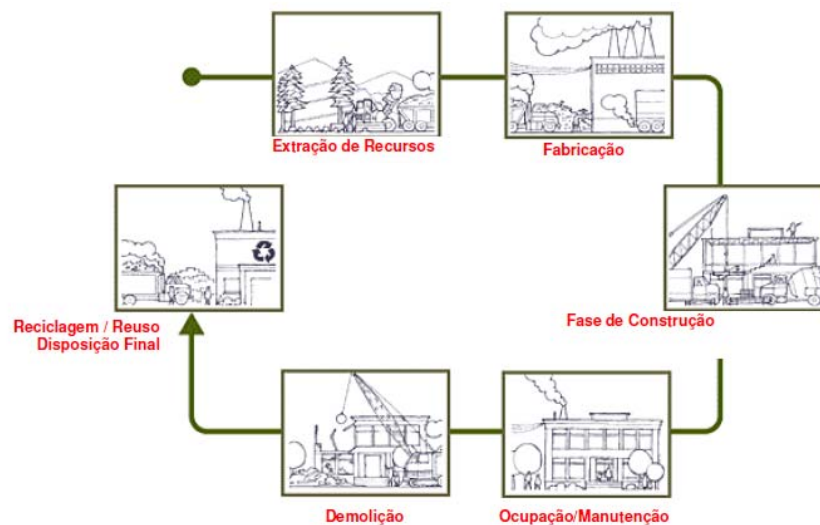


FIGURA 7 - Ciclo de vida de uma edificação
 Fonte: PARDINI, 2009, p. 80.

Basicamente, o ciclo de vida de uma edificação envolve cinco fases principais:

- **concepção:** é a fase inicial do ciclo de vida de um edifício, na qual o empreendimento está sendo idealizado. Nesta etapa, são realizados estudos de viabilidade física, econômica, financeira e desenvolvido o Programa de Necessidades, que define o padrão da edificação a ser construída. Diretrizes fornecidas por estudos realizados na fase de concepção são trabalhadas a fim de desenvolver projetos executivos, especificações técnicas, programação de atividades construtivas e previsão dos desembolsos financeiros. Esta fase é de extrema relevância para a sustentabilidade do empreendimento, permitindo total liberdade ao empreendedor e profissionais envolvidos, na busca de alto desempenho socioambiental levando em conta os custos e dificuldades técnicas envolvidas e por influenciar todas as fases seguintes (CIC/FIEMG, 2008; DEGANI, 2002).

- **planejamento:** envolve todas as atividades entre o pré-projeto e o início da construção do empreendimento. De acordo com Fabrycky e Blanchard (1991), a maior parte do ciclo de vida projetado de um dado produto ou sistema é resultado de decisões tomadas durante a fase de planejamento. As decisões tomadas no nascimento de um empreendimento terão reflexos ao longo de todo o período de uso desta edificação. Decisões tomadas nesta etapa permitem uma maior integração funcional e estética de

tecnologias voltadas à sustentabilidade do edifício, apresentando custos menores de implantação se comparado a intervenções pós-construtivas. Soluções que visem o uso racional de recursos energéticos, hídricos e minerais adotadas em projeto, influenciarão de modo expressivo o desempenho ambiental e social do empreendimento nas fases seguintes de construção, operação e demolição. A coordenação de projeto de arquitetura com projetos de instalações hidráulica, elétrica e condicionamento de ar é essencial para garantia da eficiência plena dos mesmos. O desenvolvimento em conjunto de tais projetos minimiza problemas de compatibilização e evita dificuldades construtivas e de operação, permitindo a discussão entre profissionais ligados ao projeto sobre tecnologias empregadas (DEGANI, 2002).

- construção: caracteriza-se pela execução das atividades planejadas, de acordo com suas descrições de projeto. Compreende a gestão dos materiais, serviços e equipamentos, tendo em vista a qualidade, os custos e prazos envolvidos. Nesta etapa, são notadas as primeiras consequências decorrentes dos materiais e sistemas adotados durante o planejamento. Métodos construtivos de baixo consumo de recursos e de fácil controle de geração de resíduos minimizam impactos gerados nesta etapa do ciclo de vida da edificação (DEGANI 2002).

- operação: é a fase em que o empreendimento é ocupado pelos seus usuários, sua duração compreende grande parte da vida útil de uma edificação. Esta representa o objetivo ao qual a construção foi realizada, buscando suprir as necessidades funcionais e de conforto de seus ocupantes. Nesta etapa, observa-se o impacto contínuo gerado pela utilização de sistemas prediais artificiais ou de baixa eficiência, como sistemas de iluminação, abastecimento de água, ventilação, condicionamento de ar e tratamento de resíduos que não consideraram variáveis ambientais em sua concepção. Durante a fase de operação surgem também consequências relacionadas aos materiais especificados nos projetos, a manutenção necessária decorrente da degradação ou desgaste deve ser levada em conta na escolha dos materiais, assim como a facilidade de reparação dos mesmos (DEGANI, 2002).

- requalificação ou demolição: a requalificação é a fase onde um novo programa de necessidades para o empreendimento é desenvolvido, em que alguns de seus parâmetros

de concepção são alterados. Caracteriza assim, o fim do ciclo de vida do empreendimento e o início de outro ciclo de vida. A demolição é a fase de inutilização do empreendimento de construção através de um processo de desmonte, quando este não atende mais as necessidades atuais exigidas e sua requalificação é inviável. Em se tratando do final do ciclo de vida de uma edificação, uma construção sustentável tem em sua previsão um processo de desmonte planejado, isto é, se a edificação foi projetada para o desmonte, no lugar da demolição, de modo a viabilizar a retirada e o reaproveitamento do material empregado (DEGANI, 2002).

3.3.2 Custo do ciclo de vida

Existem dois métodos que consideram o ciclo de vida de um produto: a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e o Custo do Ciclo de Vida (CCV). O primeiro é uma análise de impactos ambientais, que investiga o impacto de um produto em cada etapa de seu ciclo de vida, desde seu desenvolvimento preliminar até a obsolescência (abordagem berço ao túmulo ou *cradle-to-grave*). O CCV se refere aos custos monetários de um produto ao longo de seu ciclo de vida e tem como uma das principais características a análise dos custos mais significativos do produto ao longo do seu ciclo (PARDINI, 2009; SILVA, 2007; KOTAJI et al., 2003), sendo adotado como um critério extra na avaliação da sustentabilidade de produtos.

O método de Análise do Custo do Ciclo de Vida - ACCV ou simplesmente método do Custo do Ciclo de Vida - CCV, do inglês *Life Cycle Cost Analysis (LCCA ou LCC)*, foi desenvolvido e usado em meados dos anos 60 pelo Departamento de Defesa dos EUA para dar suporte às compras de equipamento militar. Sua utilização na construção civil data dos anos 70, quando foi utilizado para comparar alternativas de projetos energéticos em edifícios. Anos mais tarde, foi empregada para analisar comparativamente projetos do ponto de vista técnico e de investimentos (LANGSTON, 2005; COLE e STERNER, 2000; JOHNSON, 1990).

Quando o CCV é utilizado como uma ferramenta de comparação entre diferentes alternativas, o processo de cálculo do CCV indicará, de forma isenta, a solução que apresenta menor custo global, com base nas informações disponíveis (RAMÍSIO, 2005). A análise de custos do ciclo de vida compõe o grupo das técnicas de gerenciamento e controle de custos ao longo do ciclo de vida de um produto que demonstram a sua viabilidade. Pode ser utilizada para indicar se determinadas inovações ou metas, com resultados a médio ou longo prazo, como as ações sustentáveis, são viáveis (PARDINI, 2009).

3.3.2.1 Custo do ciclo de vida da edificação

O Custo do Ciclo de Vida de uma edificação é definido como sendo seu custo ao longo da sua vida útil, representando, assim, a somatória dos custos de aquisição, instalação, ensaios, energia, operação, manutenção (preventiva e corretiva), ambientais e demolição. Esta metodologia é utilizada para elaboração da medição do desempenho econômico de um edifício ao longo do período de tempo especificado (ASTM E917 – 05, 2009).

Segundo a ASTM E917 – 05 (2009), os projetos ou sistemas alternativos (mutuamente exclusivos) de um determinado requisito funcional podem ser comparados com base nos seus CCVs para determinar qual é o custo mínimo de satisfação dessa exigência, ao longo de um determinado período de tempo estudado. Portanto, o objetivo desta prática é estabelecer um procedimento para avaliar o custo do ciclo de vida de um edifício ou um sistema de construção e servir de comparação para alternativas de CCVs de modelos de construção ou de sistemas que satisfaçam as mesmas exigências funcionais. Esta prática também afirma que a incerteza, efeitos não quantificáveis e as restrições de financiamento devem ser consideradas na análise final.

Entender os custos e receitas de uma edificação e considerá-los na fase de estudo de viabilidade, sob a ótica do seu ciclo de vida, implica em ir além dos métodos tradicionais de análise e considerar um fluxo que contenha não só investimentos iniciais e receitas provenientes da comercialização e/ou locação de unidades, mas também que contemple custos de operação e uso do edifício e destas unidades (SILVA e PARDINI,

2010). Os investimentos iniciais se referem a um percentual pequeno quando comparados com o restante dos custos numa perspectiva de ciclo de vida (YOSHUTAKE, 1995). Os custos de operação e manutenção ao longo da vida de um edifício excedem em muito os custos iniciais (FIG. 8), devendo, pois, ser considerados no processo decisório (PARDINI, 2009).

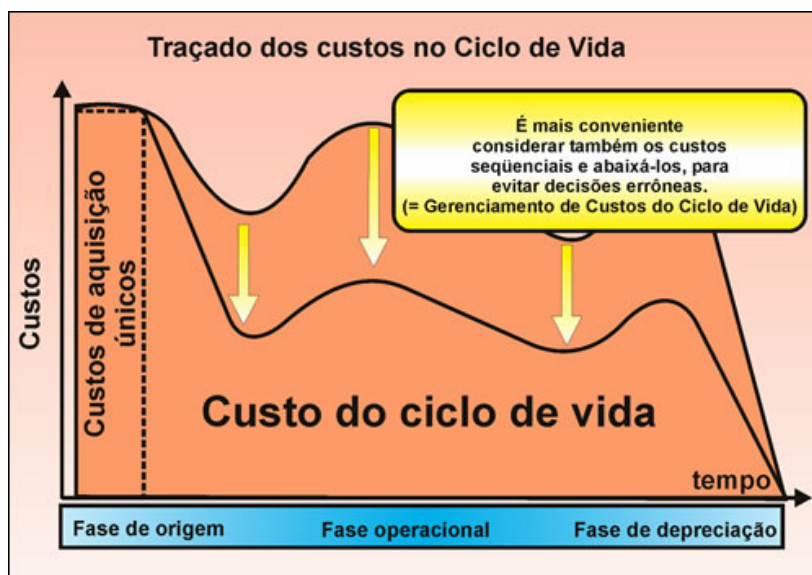


FIGURA 8 – Traçado dos custos no ciclo de vida
Fonte: Meio filtrante, www.meiofiltrante.com.br, acesso em 30/05/09.

É inviável, sob o ponto de vista econômico, e inaceitável, sob o ponto de vista ambiental, considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pelos seus usuários. Isto exige que se tenha em conta a manutenção das edificações existentes, e mesmo as novas edificações construídas, tão logo colocadas em uso, agregam-se ao estoque de edificações a ser mantido em condições adequadas para atender as exigências dos seus usuários. Os estudos realizados em diversos países, para diferentes tipos de edificações, demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial. Este valor pode parecer pequeno, porém acumulado ao longo da vida útil das edificações chega a ser equivalente ou até superior ao seu custo de construção NBR 5674 (1999).

Induzido pela NBR 5674 (1999), o SINDUSCON-MG elaborou o Manual de Operação, Uso, Manutenção e Garantia. Nele estão considerados os prazos de garantia para os sistemas construtivos empregados no imóvel, contados a partir da expedição pelo órgão competente do Habite-se ou, em casos especiais, a partir da data de entrega do imóvel. Este manual tem por objetivo não só a apresentação dos prazos de garantia e do período de vida útil esperado para a edificação, mas também declarar as inspeções a serem realizadas para a perfeita conservação e durabilidade dos mesmos, visando assegurar as garantias contratadas e a vida útil de seus componentes (QUADRO 6), conforme prevê a NBR 5674 (ABNT, 1999).

QUADRO 6
Periodicidade das manutenções preventivas e inspeções

PERIODICIDADE DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E INSPEÇÕES												
ITEM	SISTEMA CONSTRUTIVO / TEMPO	6 meses	1 ano	1 ano e meio	2 anos	2 anos e meio	3 anos	3 anos e meio	4 anos	4 anos e meio	5 anos	Após 5 anos
1	Alvenaria estrutural		.		.		.		.		.	A cada 4 anos.
2	Alvenaria de vedação		.		.		.		.		.	A cada 4 anos.
3	Antena coletiva	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
4	Automação de portões	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
5	Cabeamento estruturado	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
6	Esquadrias de alumínio		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.
7	Esquadrias de madeira		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.
8	Esquadrias metálicas		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.
9	Estrutura de concreto		.		.		.		.		.	A cada ano.
10	Estrutura metálica						.					A cada 3 anos.
11	Ferragens das esquadrias		.		.		.		.		.	A cada 1 ano.
12	Forro de gesso				.				.			A cada 2 anos.
13	Iluminação automática	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
14	Iluminação de emergência	A cada mês										A cada mês.
15	Impermeabilização	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
16	Instalações de combate a incêndio	A cada mês										A cada mês.
17	Instalações elétricas		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.
18	Instalações de gás	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 6 meses.
19	Instalações hidrossanitárias		.		.		.		.		.	A cada ano.
19.1	Louças sanitárias	.	.	.	.		.		.		.	A cada 2 anos.
19.2	Caixas e válvulas de descargas	.	.	.	.		.		.		.	A cada 2 anos.
20	Instalações de interfone	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
21	Instalações telefônicas		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.
22	Junta de dilatação nas fachadas		.		.		.		.		.	A cada ano.
23	Metais sanitários	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
24	Moto bombas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 6 meses.
25	Pintura externa /interna				.				.			A cada 2 anos.
26	Piscinas	A cada semana										A cada semana.
27	Pisos de madeira				.				.			A cada 2 anos.
28	Revestimento em argamassa decorativa				.				.			A cada 2 anos.
29	Revestimento cerâmico	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
30	Revestimentos em pedra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
31	Sistema de aquecimento central de água	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 6 meses.
32	Sistema de cobertura	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 6 meses.
33	Sistema de proteção SPDA		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.
34	Sistema de segurança	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A cada 2 anos.
35	Vidros		.		.		.		.		.	A cada 2 anos.

Fonte: SINDUSCON-MG, 2009, p. 105.

Quando o CCV é utilizado como uma ferramenta de comparação entre diferentes alternativas. O processo de cálculo do CCV pode indicar a solução que apresenta menor custo global, com base nas informações disponíveis. A estimativa de custos do ciclo de

vida, juntamente com técnicas de engenharia econômica, pode aprimorar a tomada de decisões e é usada para reduzir o custo e o tempo de execução e para melhorar a qualidade e o desempenho da entrega do projeto (DUCH, 2007).

Conforme o método da análise de custo do ciclo de vida, as técnicas para tratar a incerteza e o risco na avaliação econômica dos investimentos de projeto de construção, pode ser usado como métodos de atuação de desempenho econômico. As técnicas incluem a análise de sensibilidade, a análise de risco e as técnicas de simulação. A exposição do risco é a probabilidade de investir em um projeto que terá um resultado econômico menos favorável do que o que é desejado (o alvo) ou esperado. Já a atitude de risco, também chamada de preferência de risco, é a vontade de um responsável pelas decisões para ter uma chance ou apostar em um investimento do resultado incerto. Nenhuma técnica pode ser etiquetada como a melhor técnica dentro de cada situação para tratar a incerteza, o risco, ou ambos. O que é o melhor depende: da disponibilidade dos dados, da disponibilidade dos recursos (tempo, dinheiro, experiência), dos auxiliares de cálculo (dispositivo automático de entrada) computacionais, a compreensão do usuário, a capacidade de exposição da medida do risco, atitude do risco dos responsáveis pelas decisões, do nível de exposição do risco do projeto, do tamanho do investimento relativo à carteira da instituição ou a carteira de outros investimentos e a possibilidade de usar a atitude de risco na escolha de uma técnica. Isto é, a melhor técnica depende das circunstâncias da organização (ASTM E1369-07, 2009).

A análise de risco de custo da construção (ARCC) fornece uma ferramenta para medir e avaliar o custo de exposição ao risco de seus projetos de construção de edifício e sistemas de construção, utilizando-se a técnica de simulação de Monte Carlo através de *software* disponíveis comercialmente para análise do custo do risco a partir da fase do planejamento. Por meio da ARCC, em vez de um único valor do custo de construção, o proprietário tem o alcance e a probabilidade de possíveis custos de construção e utiliza essa informação para o planejamento da contingência. A mesma ajuda a identificar a fonte de custos de risco, monitorar o risco do custo remanescente na exposição e reduzir o risco do custo total da construção (ASTM E1946, 2007).

Em estudos de viabilidade de empreendimentos, onde custos e benefícios ao longo do ciclo de vida da edificação são considerados, a determinação da vida do edifício é questão de fundamental importância, capaz de influenciar o resultado final da análise, chegando até mesmo a inviabilizar o negócio pensado. Pesquisa promovida na Suécia em 1999 no setor da construção civil mostra que das 53 empresas pesquisadas mais de 80% usam o método de CCV na fase de projetos, mais de 50% o usam na fase de planejamento e aproximadamente 40% o utilizam nas fases de concepção e aquisição. Também foi constatado que 66% das empresas pesquisadas utilizam no processo de tomada de decisão, de alguma forma, da perspectiva expandida do ciclo de vida, porém, não necessariamente do CCV (PARDINI, 2009).

A adoção da gestão de custos do ciclo de projeto de construção ainda não é uma realidade no Brasil. As razões para isso poderiam estar relacionadas à natureza complexa das operações de construção; a especificidade do projeto e mudanças em ambientes; curta duração de vida do projeto; as mudanças rápidas na estrutura e composição das equipes de construção; intensa concorrência dentro do mesmo grupo, por exemplo, contratantes; contraditórios papéis atribuídos a diferentes grupos, por exemplo, entre consultores e empreiteiros (REN, 2004).

No Brasil, o cálculo da CCV para a edificação não é usual. De acordo com Pardini (2009), ainda não se consegue vislumbrar no país de que maneira tais conhecimentos seriam economicamente úteis para a construção, uma vez que seus benefícios são mais explícitos para os investidores usuários e para os investidores patrimonialistas, que sentem diretamente as economias decorrentes de um melhor projeto. Para os demais investidores, custos de operação e manutenção ainda pertencem a quem compra ou loca as unidades do empreendimento.

3.3.2.2 CCV e a construção sustentável

O CCV permite uma visão mais abrangente dos custos ao longo do ciclo de vida da edificação, considerando as diferentes fases de projeto e possibilitando o estudo de

redução dos gastos de operação e uso. Esta análise é de grande importância na avaliação de alternativas de empreendimentos onde os objetivos prioritários são a qualidade e o respectivo valor ao longo do tempo (NORNES, 2006). Também é primordial para demonstrar o valor das construções sustentáveis, onde os benefícios gerados (e sua tradução em valor) são percebidos ao longo do seu ciclo de vida. Por meio dela, metodologias de avaliação ambiental, como o LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* - “Liderança em energia e projeto ambiental”, se tornam viáveis, uma vez que estratégias de projeto e materiais, sistemas e tecnologias necessárias aos empreendimentos sustentáveis, muitas vezes, têm um custo superior às convencionais e custo inferior ao longo de sua operação (PARDINI, 2009).

Na mesma linha de raciocínio, Gluch e Baumann (2003) sugerem a aplicação dos conceitos do CCV para a inclusão de preocupações ambientais no processo de tomada de decisão por meio da tradução das informações relacionadas a uma dimensão monetária. Dessa forma, o uso de uma metodologia de avaliação ambiental asseguraria a qualidade do produto dentro do contexto de sustentabilidade, enquanto o uso do CCV poderia viabilizar economicamente o empreendimento (JOHN *et al.*, 2007).

No Brasil, o uso de CCV não é muito difundido, no entanto seu uso poderia contribuir para restringir a cultura de curto prazo existente e promover uma perspectiva mais abrangente e compatível com o conceito de construção sustentável. (JOHN *et al.*, 2007).

3.3.2.3 Limitações do CCV

A gestão de custos do ciclo de vida tem limitações que precisam ser entendidas para uma correta interpretação dos resultados. A principal delas diz respeito às variáveis envolvidas que na maioria das vezes são estimadas devido à complexidade de previsão de aspectos de longo prazo. O processo de determinação do CCV é extremamente dependente das informações disponíveis, o que faz com que os resultados do processo apresentem um grau de confiabilidade igual ao dos dados de base. Além disso, seus resultados podem ser distorcidos em função da complexidade e subjetividade quando

são comparadas a critérios de avaliação ambiental (GLUCH e BAUMANN, 2004). A imprevisibilidade também é uma fragilidade do método: não importa o quão sofisticado seja o CCV, incorporando análise de riscos e probabilidades, ainda não se pode conhecer o futuro (MORTON e JAGGER, 1995).

Os dados históricos mostram como é complexo o CCV. As construções são diferentes, localizadas em diferentes áreas, construídas em épocas diferentes, e operadas por uma variedade de proprietários e seus agentes. Não existem métodos padronizados para coletar e armazenar dados de custo e desempenho das edificações. O período entre a fase de projeto e de uso, quando os dados de custo e operação ficam disponíveis, é longo. O dinamismo da fase de uso, que leva as alterações nos padrões de uso em intervalos freqüentes, promove a perda da linearidade e distorce os dados já coletados (STERNER, 2000).

O CCV demanda uma quantidade de tempo que pode significar profissionais mais qualificados e um valor maior de projeto (STERNER, 2000). Os sistemas de contabilidade utilizados pelos gestores da construção e fornecedores raramente tornam possível à identificação com precisão dos custos de manutenção e reparação de componentes específicos de uma única construção. É difícil prever o custo futuro de desempenho de operação e manutenção, devido à incerteza do ciclo de vida da construção; é difícil obter efetivamente parâmetros dos pressupostos utilizados na análise do custo do ciclo de vida - como a vida econômica e taxa de desconto. O nível de esforço exigido na análise aumenta rapidamente à medida que o número e a variedade de alternativas aumentam. Mesmo que haja muitos dados históricos confiáveis, não se pode controlar CCV do projeto de construção de forma efetiva. Os dados dos custos são, portanto, difíceis para coletar e analisar (JOHNSON, 1990; REN, 2004).

Conforme a ASTM E 917-05 (2009) a análise do CCV não é o método de escolha quando os projetos de edifícios ou sistemas alternativos resultam em diferentes receitas correntes (por exemplo, gerar rendas diferentes) ou resultam em outros benefícios relacionados com o desempenho global do edifício (por exemplo, espaços mais utilizáveis). Este método também não é adequado para a atribuição de um orçamento

limitado entre um número de projetos que não se excluem mutuamente, a menos que todos os projetos são destinados a serem instalados no mesmo estabelecimento (ASTM E 917-05, 2009).

3.3.2.4 Composição do custo do ciclo de vida

Segundo a ASTM E 917-05 (2009), a medição do CCV de um projeto ou sistema de construção exige dados sobre os custos de investimento inicial, incluindo os custos de planejamento, projeto, engenharia, aquisição, preparação do local, construção, compra e instalação; custos de financiamento; custos operacionais e de manutenção (incluindo, por exemplo, manutenção programada e não programadas, reparos, energia, água, impostos sobre propriedade e seguros); de custos de instalação, substituição e valor de revenda (ou salvamento/eliminação dos custos).

Duch (2007) sugere a composição do custo como mostrado na FIG. 9.

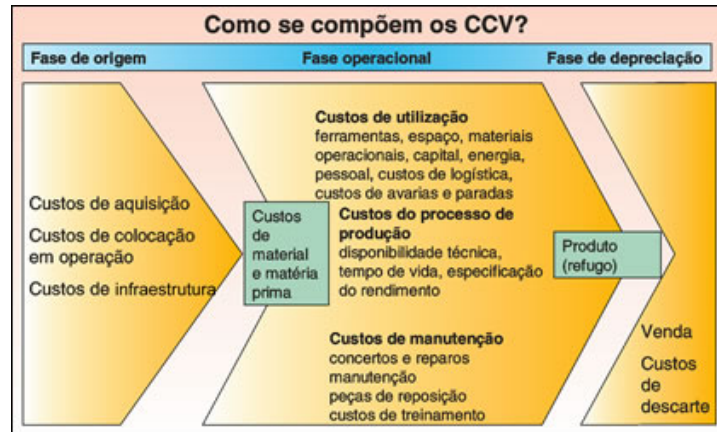


FIGURA 9 – Composição de CCV
 Fonte: Meio filtrante, www.meiofiltrante.com.br, acesso em 30/05/09.

Segundo Pardini (2009), o CCV de um projeto deve ser desenvolvido e subsequentemente atualizado de acordo com cada etapa atingida, considerando os dados expostos na TAB. 1.

TABELA 1
Considerações para a análise do custo do ciclo de vida em cada etapa do empreendimento

Etapa de vida do empreendimento	Considerações para a análise do custo de vida
Aquisição na construção, nova construção ou reforma	Terreno e movimento de terra Projeto Planejamento, regulamentação e taxas Construção, comissionamento, mobiliário Administração – despesas indiretas
Ou Aquisição na compra ou no aluguel	Preço de compra Planejamento, regulamentação e taxas Adequações do edifício às necessidades do negócio Administração-despesas indiretas
Operação	Manutenção, reparos, reposição de componentes e sistemas Limpeza Utilidades e energia Flexibilidade (reconfigurações para acompanhar melhorias nos processos) Segurança e gerenciamento
Receita de operação	Possíveis receitas geradas pela locação de áreas ociosas
Disposição Final	Demolição Limpeza do terreno
Receitas da disposição	Vendas de edificação Venda do terreno Venda dos materiais de demolição

Fonte: PARDINI, 2009, p. 96.

Ren (2004) sugere que os custos do ciclo de vida devem ser avaliados nas fases de decisão, projeto, construção, operação e manutenção (FIG. 10).

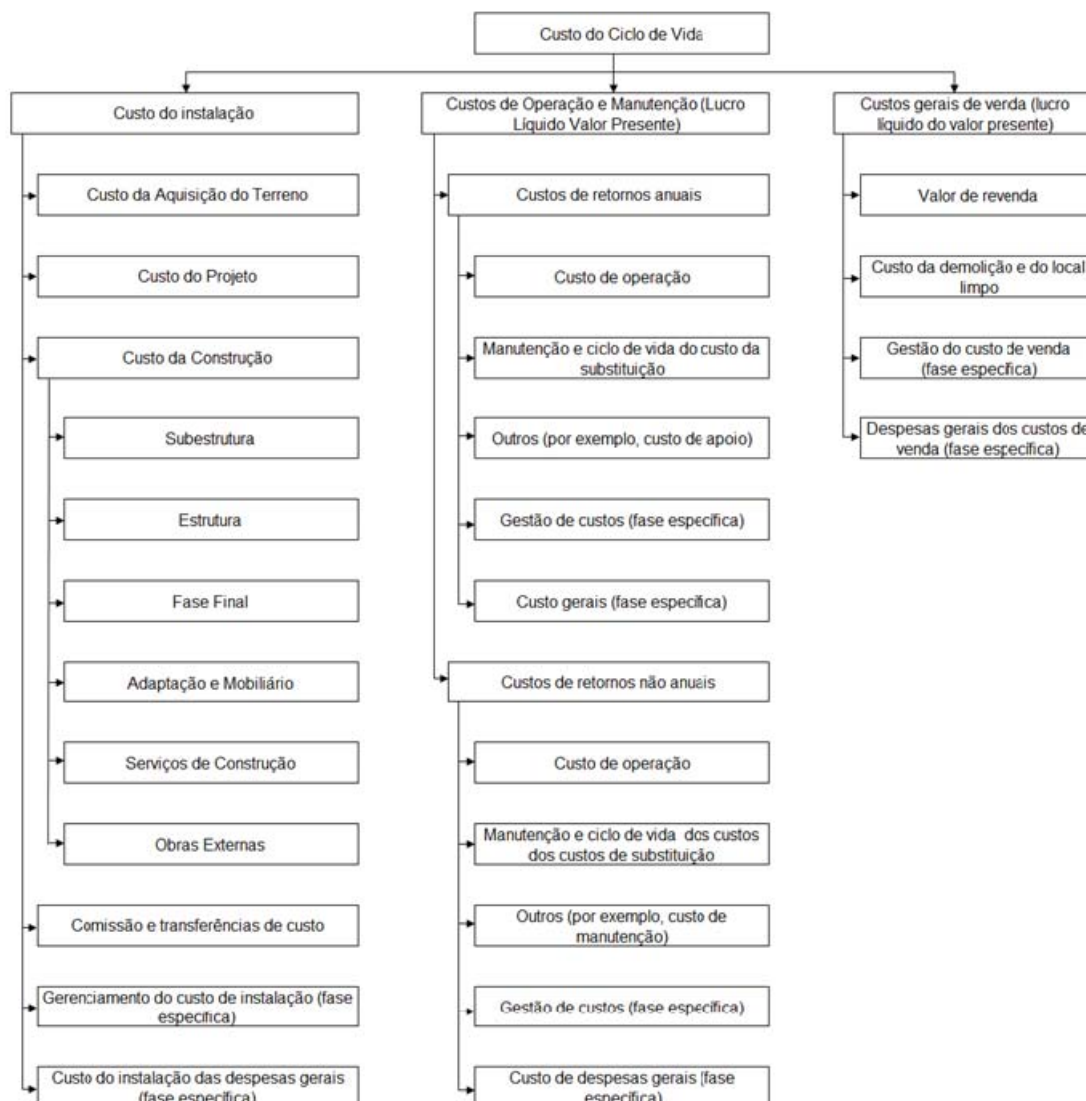


FIGURA 10 – Fases do custo do ciclo de vida
Fonte: REN, 2004, p.3

3.3.2.5 Método de determinação do CCV da edificação

O método do CCV de uma edificação soma, em qualquer valor presente ou em termos de valor anual, todos os custos associados com um edifício ou um sistema de construção ao longo do período de tempo especificado, incluindo desde os custos de concepção, aquisição, locação, construção, instalação, operação e manutenção, até os custos em reparação, substituição e eliminação de um determinado sistema de construção (ASTM E 917-05, 2009).

A proposta do CCV é a determinação do custo total das alternativas estudadas para um determinado empreendimento, num específico período de tempo, a fim de se buscar o melhor projeto em termos de durabilidade, qualidade, energia, entre outros, usando um formato onde a relação entre custos iniciais e operacionais sejam explicitadas (LANGSTON, 2005). Marshall e Petersen (1995) definem dez passos para se fazer gestão do custo do ciclo de vida, do inglês *Life-Cycle Cost Management* (LCCM). No QUADRO 7 são apresentados estes passos, de forma geral e na construção civil:

QUADRO 7
Passos para a elaboração da LCCM

Passos	Descrição	Considerações para Construção Civil
1.	Identificar alternativas aceitáveis	Selecionar alternativas de projeto e sistemas que atendam aos requisitos mínimos solicitados pelo usuário final, mercado e/ou investidor, garantindo a equidade técnica entre soluções.
2.	Estabelecer parâmetros comuns para todas as alternativas, como por exemplo, vida útil, taxa de desconto e inflação a serem consideradas.	Ciclo de vida, inflação, taxa de desconto, etc.
3.	Estimular todos os custos referentes a cada alternativa, bem como sua distribuição no tempo.	Elaborar o fluxo de caixa de cada alternativa.
4.	Descontar a valor presente os custos futuros estimados.	Usar o método do valor presente (VP).
5.	Calcular o LCC de cada alternativa.	
6.	Identificar a alternativa com menor LCC.	
7.	Considerar benefícios e custos não quantificáveis.	Considerar as extremidades, como por exemplo, a importância do empreendimento para a valorização do bairro, o município e a melhoria do bem estar dos usuários finais do edifício.
8.	Considerar as incertezas referentes a cada alternativa, em valores monetários.	A análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo é um método muito usado para estudar riscos na construção civil.
9.	Complementar a análise com indicadores de desempenho econômico para cada alternativa.	Os indicadores usados pelo mercado são taxa de retorno e índice de recuperação do investimento (<i>payback</i>).
10.	Selecionar a melhor alternativa.	

Fonte: Adaptado de MARSHALL e PETERSEN, 1995.

O processo de determinação do CCV é basicamente matemático, dependente das informações disponíveis e apresenta um grau de confiabilidade similar aos dados da base. A avaliação dos custos do sistema ao longo da sua vida útil pode ser realizada por

várias metodologias. A metodologia proposta por Ramísio (2005) apresenta os custos do ciclo de vida como sendo a soma das seguintes parcelas:

$$CCV = C_{ci} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_{pp} + C_a + C_d \quad (4)$$

onde:

C_{ci} - Custos iniciais;

C_{in} - Custos de instalação e ensaios;

C_e - Custos energéticos;

C_o - Custos de operação;

C_m - Despesas de manutenção, reparação e substituição;

C_{pp} - Custos de paradas;

C_a - Custos ambientais;

C_d - Custo de desmontagem e demolição.

Custos iniciais

Os custos iniciais referem-se aos custos necessários para a compra de materiais e obras de construção civil. É determinante para estes custos a característica dos materiais e acessórios, a qualidade e confiabilidade dos sistemas selecionados, os materiais utilizados, o seu comportamento, os controles integrados, etc. Estes detalhes, entre outros, podem originar custos iniciais mais elevados, mas reduzirem o LCC de uma forma considerável. Os custos de iniciais incluem geralmente os seguintes itens:

- custo da aquisição do terreno;
 - custo do projeto e serviços de engenharia (estudos de viabilidade, projeto, desenhos, especificações, etc.);
 - custo da construção civil: subestrutura; estrutura; fase final (acabamentos); equipamentos e mobiliário; obras externas; inspeção e testes; peças de reserva; custos de instalação e ensaios;
 - gerenciamento do custo de instalação: custo de distribuição do produto, custos destinados à comercialização, corretagem, propaganda, marketing, transporte e manuseio;
 - custo das despesas gerais de instalação, pagamentos de taxas e alvarás.
-

Custo de instalação e ensaios

Os custo de instalação e ensaios incluem os custo dos ensaios para fundação, sondagem, concreto e formação do pessoal.

Custos energéticos

Os custos energéticos incluem os custos de operação do sistema, preços atuais da energia e atualização do valor anual da energia.

Custos de operação

Os custos de operação estão associados à mão-de-obra, supervisão, custos de aposentadoria, demissão de empregados, custo de estoque, armazenagem, custo de despesas gerais e relacionados com a operação do sistema.

Despesas de manutenção

As despesas de manutenção (previstas e de rotina), reparação e substituição dependem do tempo e da frequência do serviço (aconselhados pelo fabricante).

Custos de paradas

Os custos de paradas (perda de produção) imprevisíveis podem ser considerados dependentes do tempo de parada e devem ser analisados para cada caso específico.

Custos ambientais

Os custos ambientais variam dependendo da natureza dos produtos utilizados e os tipos de contaminação ambiental que podem ocorrer durante o tempo de vida de um sistema ou da edificação.

Custo de desmontagem e demolição

Incluem os custos de restauração ambiental do local, custo da demolição, serviços de destruição das instalações físicas e do local limpo.

Custos gerais de venda

Incluem o valor de revenda, renda produzida, custos de despesas gerais de venda e valor de depreciação.

Os fatores financeiros devem ser tomados em consideração no desenvolvimento do CCV. Calculados segundo o critério de valor presente e incluem a taxa de inflação, taxa de juros, custos de seguro, empréstimos e vida útil esperada (RAMÍSIO, 2005; REN, 2004).

Na ASTM E 917-05 (2009) é apresentada uma metodologia para cálculo do CCV de um edifício ou de um sistema de construção comparando as alternativas de CCVs. Para isso é necessário, primeiramente, estabelecer os parâmetros comuns para todas as alternativas como vida útil, inflação, taxa de desconto, imposto de renda (se for o caso) e fluxo de caixa.

No método proposto, o cálculo de um custo do ciclo de vida é feito em termos de valor presente do inglês *Present Value Lyfe Cycle Cost* (PVLCC), onde todos os fluxos de caixa relevantes no período de tempo $t = 0$ até $t = N$ são considerados em um mesmo ano e somados, ou seja:

$$PVLCC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (5)$$

onde:

C_t = soma de todos os custos relevantes ocorridos no ano t ;

N = duração do período de estudo, em anos;

t = tempo considerado;

i = taxa de desconto.

Segundo a norma, para facilitar o cálculo, pode ser adotada uma abordagem simplificada: calcula-se o valor presente (PV) dos custos de cada categoria (por exemplo, custo inicial (IC), de manutenção e reparos (PVM), substituição (PVR), combustível (PVF) e o valor de revenda (PVS)), e, então, soma-se esses montantes de valores presentes:

$$PVLCC = IC + PVM + PVR + PVF - PVS \quad (6)$$

Após cálculo das medidas alternativas CCV para cada projeto ou sistema a ser considerado, deve-se fazer uma comparação para determinar qual alternativa tem a menor CCV. Se o desempenho global das alternativas é desigual, ou se as diferenças de desempenho foram consideradas no cálculo do CCVs, a alternativa com o menor CCV é preferida por razões econômicas.

Ainda segundo a ASTM E 917-05 (2009), o processo decisório da escolha entre alternativas inclui a consideração não só dos CCVs comparativos dos modelos concorrentes, mas a exposição ao risco de cada alternativa em relação à tolerância ao risco do investidor, os aspectos não quantificáveis imputáveis às alternativas de projeto, bem como a disponibilidade de financiamento e outras restrições de fluxo de caixa. Devem-se considerar as incertezas e os riscos referentes a cada alternativa, em valores monetários. A análise de sensibilidade é um método usado para estudar as incertezas na construção civil. A Simulação de Monte Carlo é pode ser usado para a medição dos custos de riscos para a construção. Após estas etapas e cálculos, pode-se comparar as alternativas e selecionar a alternativa de menor CCV.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

No Brasil, a análise comparativa do Custo do Ciclo de Vida de empreendimentos convencionais da construção civil e os concebidos já incorporando ações sustentáveis tem se baseado na norma ASTM E 917-05. As análises propostas no presente trabalho iniciaram-se pela definição de um projeto de referência e de ações sustentáveis passíveis de serem incorporadas neste projeto. Em seguida, foi realizada a coleta de dados no que se referem os quantitativos e custos referentes à aquisição e construção dos empreendimentos definidos. Posteriormente, foram levantados os custos de operação, energia e manutenção do empreendimento assim como venda do mesmo. A partir desses dados, foram então estimados os custos do ciclo de vida das duas edificações sempre à luz da norma.

4.1 Definição do projeto referência

Nesta etapa, foi estabelecido um projeto de referência como objeto de estudo. Sua escolha obedeceu aos seguintes critérios: ser uma moradia para população de baixa renda, onde tanto o custo da construção quanto o de manutenção teriam um impacto na viabilidade do empreendimento, cujo acesso às informações do projeto fosse viável e que se inserisse em um projeto que tivesse um viés sustentável.

Um dos motivos pelo qual foi adotada como referência para o estudo, uma obra pública, é que o governo tem papel fundamental na regulamentação das práticas da construção civil e na conscientização das mesmas para a sustentabilidade, devido à mesma ser custeada pelos nossos impostos. Pretende-se mostrar dessa forma, que através do custo do ciclo de vida pode-se promover uma vantagem competitiva em

longo prazo para as organizações e minimizar os elevados custos no ciclo de vida dos produtos sem comprometer a qualidade, para atender as exigências dos clientes, permitindo oferecer produtos mais eficientes com um custo total menor. No setor privado, frequentemente o comprador inicial ou o construtor de uma construção não é o usuário final; portanto, a ênfase maior está nos primeiros custos, e não nos custos futuros. A exceção é a construção ocupada pelo proprietário. No setor público, onde a construção é frequentemente ocupada pelo proprietário, o custo total do ciclo de vida útil da instalação será provavelmente mais considerado. Este é um dos motivos pelos quais as construções verdes estão começando a ser adotadas no setor público. Outro fator é a diretriz ecologicamente correta, voluntária, e por vezes obrigatória estabelecida pelas agências governamentais para o *design* de seus projetos. Mesmo no setor privado, custos operacionais mais baixos podem, ao longo do tempo, compensar os custos iniciais adicionais dos componentes ecologicamente corretos. A partir da análise dos dados, é possível identificar os pontos críticos do processo e, promover melhorias no material, tornando-o mais viável economicamente e tecnicamente.

4.2 Definição de ações sustentáveis

A busca pela sustentabilidade em edificações tem como objetivo minimizar os possíveis danos sociais e ambientais que podem ser gerados ao longo do seu ciclo de vida, sem perder de vista a viabilidade econômica do empreendimento. Todos esses desafios teriam de ser considerados, sendo esta pensada como uma obra aberta: sempre passível de ampliações e melhoramentos.

A definição das ações sustentáveis propostas para o objeto em estudo se baseou em dados da literatura (MOTTA e AGUILAR, 2009; CIC/FIEMG, 2008; CEOTTO, 2006) e no fato de que deveria ser viável sua implementação no projeto de referência analisado, que serão relacionadas a seguir:

- instalação de aquecimento solar;
-

- adoção de caixas acopladas com válvulas de acionamento duplo;
- pintura da área interna utilizando tintas claras a base de água;
- adoção de chuveiro recuperador de calor, que recicla o calor da água do banho;
- uso de lâmpadas fluorescentes;
- substituição do forro de gesso por forro de policloreto de vinila (PVC).

4.3 Análise orçamentária do projeto de referência

A análise orçamentária do projeto de referência se iniciou pelo levantamento dos quantitativos da edificação. Este levantamento se baseou nos projetos arquitetônico, elétrico e hidráulico de uma unidade habitacional da obra de Requalificação Urbana e Ambiental do Ribeirão Arrudas (ANEXOS A e B). No presente estudo foi considerado o custo das áreas comuns, como hall de entrada e escadas do prédio e de forma proporcional à área do apartamento. Foi considerado o custo de uma unidade isolada, isto é um apartamento tipo de 55 m².

As composições de custo unitário adotadas foram as fornecidas pela Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO, 2008) da Editora PINI. Os custos unitários foram os fornecidos pela Revista Guia da Construção (2010), considerando-se os dados referentes ao período compreendido de Janeiro a Março de 2010.

Neste estudo, foram considerados apenas os custos diretos, não sendo considerados os custos de Bonificação e Despesas Indiretas (BDI). Foram desconsiderados os custos dos itens como urbanização, impostos, taxas, emolumentos cartoriais, projetos arquitetônicos, projetos estrutural, projetos de instalação, projetos especiais, engenheiros, remuneração do construtor e do incorporador. Custos como serviços preliminares, alojamento, limpeza da obra, sistemas de aterramento, arruamento e canteiros também foram desconsiderados.

O processamento dos dados foi realizado com o auxílio da ferramenta COMPOR 90, que é um *software* de planejamento e orçamento, comumente empregado na área de construção civil.

4.4 Levantamento dos custos de operação de referência

Conforme dito anteriormente, de acordo com CASADO (2009), o maior impacto ambiental das construções ocorre durante a fase de uso e operação nas quais os fatores preponderantes são água, energia e manutenção.

O consumo médio de água, para uma residência popular de 55 m² com 4 pessoas foi estimado em 16 m³ por mês, conforme dados fornecidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) (www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=1804&sid=51&tpl=section).

O consumo médio de energia, para uma residência popular de 55 m² com 4 pessoas foi estimado em 148 kWh por mês, conforme dados fornecidos pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) (<http://www.cemig.com.br/>).

4.5 Levantamento dos custos de manutenção do projeto de referência

Ao longo da vida de uma edificação, diversos serviços de manutenção são necessários para garantir seu melhor desempenho e atender as necessidades dos usuários com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível. Os custos dependem do tempo e da frequência do serviço, mas também dos custos dos materiais. Além disso,

incluem a manutenção preventiva e corretiva. Tudo isto torna o levantamento desses custos complexo, especialmente no que diz respeito à manutenção corretiva.

No presente trabalho, o estabelecimento dos aspectos relacionados à manutenção foi baseado no QUADRO 6, elaborado a partir de informações de fabricantes, especialistas e fornecedores. Dentro das ações propostas, optou-se por aquelas relacionadas à manutenção da área interna e externa de uma unidade habitacional (apartamento tipo) e não da edificação com um todo, durante a vida útil do empreendimento de 30 anos. São elas:

- esquadrias de alumínio: a cada 2 anos inspecionar a integridade física, verificar a ocorrência de vazamentos, verificar orifícios dos trilhos inferiores, apertar parafusos aparentes dos fechos, e realizar uma verificação visual e táctil do silicone. De modo a identificar a existência de bolhas, fissuras ou ressecamento e revisão do silicone;
 - esquadrias de madeira: a cada 2 anos revisar o estado do verniz e/ou pintura, inspecionar a integridade física; verificar a ocorrência de vazamentos e apertar parafusos aparentes dos fechos, dobradiças e maçanetas;
 - grades metálicas: a cada 4 anos revisar o estado da pintura, inspecionar a integridade física;
 - forro de gesso: a cada 2 anos verificar a deteriorização da pintura existente, a condição dos pontos embutidos;
 - impermeabilização: a cada 2 anos verificar a presença de vazamentos, carbonatação e fungos nas área impermeabilizadas do piso ;
 - instalações elétricas: a cada 2 anos realizar uma inspeção dos quadros de distribuição de circuito, tomadas, interruptores e pontos de luz;
 - instalações hidrossanitárias: a cada ano verificar vazamentos nas torneiras, registros, chuveiros, metais sanitários, defeito de acionamento de válvulas de
-

descarga, verificar o estado geral das louças, tanques, pias, vazamento das bolsas de ligação do vaso verificar presença de trincas internas ou afundamento nas laterais das caixas de esgoto em terreno natural;

- pinturas internas e externas: a cada 4 anos realizar inspeção para avaliar as condições, quanto a descascamento, esfarelamento e perda de cor;
- revestimentos de piso cerâmicos: a cada 2 anos verificar a existência de eflorescência, manchas, presença de peças quebradas nas cerâmicas, promover uma revisão do sistema de rejuntamento das peças.

As composições de custo unitário e as produtividades das composições referentes à manutenção foram baseadas na TCPO (2008) e adaptadas a partir de experiências anteriores. Os custos unitários utilizados foram fornecidos pela publicação da Revista Guia da Construção (2010), considerando-se os dados referentes ao período compreendido de Janeiro a Março de 2010.

4.6 Análise orçamentária do projeto com ações sustentáveis

A definição das ações sustentáveis a serem propostas para o objeto em estudo baseou-se na premissa de que elas poderiam ser adotadas caso houvesse interesse dos empreendedores e dos clientes. Em função do andamento da obra, tais intervenções só seriam possíveis se não interferissem nos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico. As ações sustentáveis adotadas neste estudo foram: instalação de aquecimento solar; adoção de caixas acopladas com válvulas de acionamento duplo; pintura da área interna utilizando tintas claras a base de água; adoção de chuveiro recuperador de calor, que recicla o calor da água do banho; uso de lâmpadas fluorescentes e substituição do forro de gesso por forro de policloreto de vinila (PVC). A substituição do forro de gesso pelo forro de PVC se deve ao fato que nas condições

adversas o reaproveitamento de resíduos de PVC é mais usado que o gesso acartonado (ASHBY, 2005).

A análise orçamentária do projeto com ações sustentáveis foi realizada de forma similar ao projeto de referência considerando-se o custo de implantação das ações sustentáveis. O custo para implantação das ações sustentáveis se baseou em dados coletados no mercado de Belo Horizonte/MG, levando-se em consideração a influência das mesmas nos custos de manutenção e operação.

4.7 Análise do Custo do ciclo de vida

A análise do custo do ciclo de vida foi feita segundo recomendações na Norma ASTM E 917-05 (2009), que descreve os critérios para medição dos custos do ciclo de vida de edifícios e sistemas de construção. As seguintes simplificações foram adotadas de modo a se adequar às características do projeto analisado: não foram considerados os custos de ensaios, locação, depreciação e demolição. Para o cálculo do custo do ciclo de vida elaborou-se o fluxo de caixa do projeto considerando-se os custos da implantação e manutenção da unidade habitacional e analisada. Fez-se também a análise de sensibilidade e a simulação de Monte Carlo do mesmo.

O CCV do projeto foi analisado do ponto de vista de um proprietário morador do imóvel. O cálculo foi considerando o período do estudo como vida útil, igual ao tempo de financiamento do empreendimento a ser avaliado, que no caso foi de 30 anos. Entende-se como vida útil o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor NBR 6118 (ABNT, 2003). Tal estimativa de vida útil se baseou no prazo de parcelamento de um financiamento imobiliário da Caixa Econômica Federal – CEF (<http://www.emprestimoconsignado.com.br/financiamentos/financiamentos-da-caixa-economica-carta-de-credito-habitacao/>).

Inicialmente foi determinado o fluxo de caixa (FIG. 11) dos empreendimentos, segundo as premissas e pressupostos apresentados a seguir:

- moeda: Real;
- subdivisão: anos;
- período de estudo: trinta anos, com início em 2008;
- taxa de desconto: 5% a.a., baseado em Kassai (2000);
- imposto de renda: 15%, conforme Ferreira (2000);
- taxa mínima de atratividade (TMA): 9%, conforme Ferreira (2000);
- valores do investimento: referem-se aos gastos com projetos e construção e foram considerados investimentos com capital de terceiros, obtidos por meio de financiamento;
- custos operacionais: dizem respeito aos desembolsos de caixa resultantes dos gastos com aquisição de água, energia e manutenção;
- juros: adotou-se o percentual de 5% a.a. mais a Taxa Referencial (TR) de 1% (FAZENDA, 2010), conforme dados da Caixa Econômica Federal, para famílias de baixa renda, conforme o Programa Minha Casa Minha Vida;
- sistema de amortização: utilizou-se o Sistema de Amortização Constante ou Linear “SAC”, conforme dados do SINDUSCON-MG (2007), onde a amortização do financiamento foi realizada através de pagamentos de periódicos de juros de 5% sobre o saldo devedor;
- para famílias com renda de até 3 salários mínimos não é preciso dar entrada ou pagar prestações durante a obra, conforme o Programa Minha Casa Minha Vida;
- depreciação: não foi considerada, pois, conforme Souza (2005), construções e prédios não são admitidos como depreciáveis para efeito fiscal;
- inflação: considerou-se a taxa de 6,6% para março de 2010, publicada em Maio de 2010, conforme FEBRABAN;
- adotou-se como indicadores de viabilidade econômica do investimento VPL, *payback* e VAUE.
- o VPL foi calculado : utilizando-se a função VPL da planilha do Microsoft Excel, cuja sintaxe é a seguinte:

$$=VPL(\text{taxa}; \text{valor1}; \text{valor2}; \dots). \quad (7)$$

- período de retorno do investimento (*payback*): para este cálculo efetuou-se o quociente entre o investimento total e as entradas mensais por meio de planilha eletrônica do Excel, baseado em Kassai (2000);
- VAUE para este cálculo utilizou-se a Equação 2.

A	B	C	D	E	F	H
FINANCIAMENTO			0	1	2	....
1- Parcela				(E2+E3)		
2- Juros + TR (6%)				(B4*6%)		
3 - Amortização				(B5/30)		
4 - Saldo Devedor	(B5)			(C4-E3)		
FLUXO DE CAIXA		-1	0	1	2	.....
5 - Investimento	X					
6 - INVESTIMENTO TOTAL	(B5)					
7 - FINANCIAMENTO	(B6)					
8 - AMORTIZAÇÃO				(E3)		
9 - JUROS				(E2)		
10 - DESPESAS				-		
11 - CUSTOS OPERACIONAIS				(Y/30)		
12 - FC PROJETO ANTES DO IR				(E7+E8+E9+E10+E11)		
13 - Depreciação				-		
14 - Valor de venda						(B5*1,5)
15 - IMPOSTO DE RENDA (15%)				(E14*15%)		
16 - FLUXO DE CAIXA APÓS O IR				(E12+E13+E14+E15)		
17 - Payback em anos				SE(D16<0;SE(E16>0;-D16/(E16-D16)+H7-1;0);0)		

FIGURA 11 – Representação esquemática e estrutura básica da planilha do fluxo de caixa do projeto.

Com essas hipóteses foi feito um fluxo de caixa utilizando-se uma planilha eletrônica desenvolvida em Microsoft Excel, a partir do qual foram feitas as análises dos indicadores de viabilidade econômica e o cálculo do custo do ciclo de vida. E posteriormente realizada uma análise sensibilidade seguida da simulação de Monte Carlo.

4.7.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi feita para a verificação do impacto provocado pela variação de algumas variáveis no custo do empreendimento para a construção de

cenários prováveis. Pela Análise de Sensibilidade podem ser identificados os valores possíveis das variáveis a partir de uma variação pré-estabelecida no indicador de viabilidade de fluxo de caixa. Tanto os valores possíveis das variáveis quanto a variação do indicador de viabilidade podem representar limites extremos. Assim, podem-se estabelecer limites aceitáveis, máximos ou mínimos, que representem condições otimistas e pessimistas ao indicador de viabilidade e, com isso, obterem-se os valores das variáveis que propiciem essas condições limite pré-estabelecidas ao resultado.

4.7.2 Simulação de Monte Carlo

A análise de risco do projeto foi realizada através de simulação do Método de Monte Carlo. As simulações através da técnica de Monte Carlo foram feitas utilizando-se o programa comercial @Risk (PALISADE, 2000). Esse programa permite a aplicação do método de Monte Carlo, a fim de simular valores para as variáveis independentes e, em decorrência dos valores aleatórios gerados, obter valores para a variável dependente. Objetivando diminuir as incertezas presentes nos projetos.

No estudo, as variáveis independentes (*inputs*) foram:

- custos da implantação (custos dos insumos e produtividade da mão-de-obra): variação estimada entre -6% e +6%, conforme índices da coluna Índices Nacional da Construção Civil (INCC) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), no período de Janeiro de 2008 a Janeiro de 2010;
- custos de operação e manutenção: variação estimada entre -7% e +7%, conforme índices da coluna Índices Geral de Preço de Mercado (IGP-M) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), no período de Janeiro de 2008 a Janeiro de 2010;
- taxa mínima de atratividade : variação estimada entre -1% e +1% considerada como Proxy.

Como variáveis dependentes (*outputs*), ou seja, para avaliação do risco do estudo foram considerados os mesmos indicadores de viabilidade financeira adotados para análise do

fluxo de caixa: VPL, payback e VAUE. A distribuição de probabilidade utilizada foi a triangular, devido este tipo de distribuição ser a mais comum e usual para análises deste tipo. Para garantir a qualidade dos resultados, realizaram-se 10.000 iterações e estas foram determinadas como variáveis, pois segundo Souza (2004) este número é grande o suficiente para permitir que os resultados se estabilizem, além de permitir que se obtenham gráficos com uma maior densidade de pontos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste trabalho que permitiram a análise comparativa entre uma construção convencional e uma construção com práticas sustentáveis baseados no custo do ciclo de vida é apresentado da seguinte maneira: definição do projeto de referência, ações sustentáveis adotadas, análise orçamentária do projeto de referência, custos de operação do projeto de referência, análise dos custos de manutenção do projeto de referência, análise orçamentária do projeto com ações sustentáveis, custos de operação do projeto com ações sustentáveis, análise dos custos de manutenção do projeto com ações sustentáveis e análise dos custos do ciclo de vida.

5.1 Definição do projeto referência

Adotou-se como referência o projeto de um apartamento de um edifício de um conjunto habitacional pertencente às obras de “Requalificação Urbana e Ambiental do Ribeirão Arrudas”. Tal projeto faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal na Vila São Paulo, na região Oeste da capital mineira, na divisa dos municípios de Belo Horizonte e Contagem/MG. Tendo como objetivos resolver os problemas ambientais no respectivo trecho do Ribeirão Arrudas (FIG. 12). E finalizar as obras do último trecho da Avenida Tereza Cristina.



FIGURA 12 - Trecho do Ribeirão Arrudas.

O projeto (FIG. 13) tem a vantagem de manter a maior parte das famílias removidas na mesma região em que moravam, proporcionando a elas todas as melhorias urbanas, patrimoniais, sanitárias, ambientais, viárias e habitacionais sem perder as relações de vizinhança e de proximidade com a área urbana a que estão acostumadas. Trabalhos culturais e o programa emprego e renda serão desenvolvidos, visando à melhoria da qualidade de vida das pessoas da região.



FIGURA 13 – Canteiro de Obras

O projeto calcula a retirada e reassentamento de 893 famílias, das quais 608 serão transferidas para apartamentos que serão construídos na própria área de intervenção. A edificação será em alvenaria estrutural, sendo parte dos apartamentos construídos com três quartos de 55 m² e os demais com dois quartos de 44 m². Todas as unidades terão sala, cozinha e área social, que serão separadas dos quartos e banheiros, por um corredor.

O objeto de referência deste estudo será o apartamento tipo de três quartos, cuja configuração está mostrada esquematicamente na FIG. 14.



FIGURA 14 - Planta esquemática do apartamento de referência.



FIGURA 15 - Fachada do apartamento do projeto de referência.

Tal apartamento (FIG. 15) foi escolhido por fazer parte de um projeto público que busca nas suas relações com o entorno e com o usuário final, práticas sustentáveis. No entanto, no que se refere à eficiência no uso da água, para cada moradia do projeto de referência a única ação adotada para economizar água no projeto se refere à adoção de caixa d' água individualizadas (ANEXO B). Dessa forma, este trabalho poderia contribuir para a adoção de práticas sustentáveis na edificação e em empreendimentos futuros similares, ao estimar o custo de incorporação dessas ações e mostrar a vantagem competitiva, em longo prazo, para as organizações.

5.2 Ações sustentáveis adotadas

O paradigma da sustentabilidade induziu a uma adequação das estruturas produtivas, econômicas e de comportamento da população, principalmente no que se refere aos padrões de consumo. A incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. Cabe às empresas mudar a forma de produzir e

gerir suas obras, considerando que utilizar práticas sustentáveis na construção é mais eficiente nas fases de concepção e planejamento, as quais têm os menores custos e as maiores possibilidades de intervenção com foco na sustentabilidade.

Considerou-se, para efeito de estudo, que a vida útil da edificação será de 30 anos, conforme apresentado no item 4.6. Baseado nas premissas apresentadas nos itens 4.6 e 4.7 deste trabalho optou-se pela adoção das seguintes ações sustentáveis (CEOTTO, 2006, CIC/FIEMG, 2008, MOTTA e AGUILAR, 2009):

- instalação de aquecimento solar: o sistema de aquecimento solar GET (FIG. 16) usa coletores para absorver energia do sol e aquecer a água a ser utilizada na edificação. Um sistema bem projetado e dimensionado permite seu uso com os mesmos benefícios e características da água aquecida pelos sistemas tradicionais. O investimento inicial maior na aquisição de um empreendimento com sistema de aquecimento solar de água é pago, através da redução expressiva no consumo de energia elétrica.



FIGURA 16 – Aquecedor solar GET

Fonte:GET, www.get.ind.br/solarhome.htm, acesso em 07/05/10.

- adoção de caixas acopladas com válvulas de acionamento duplo: os modelos de bacia com caixa acoplada saem da fábrica com um dispositivo que libera 3 ou 6 litros de acordo com a opção de uso (menos água para resíduos líquidos, mais para sólidos) (FIG. 17).
-



FIGURA 17 – Caixa acoplada com válvula de acionamento duplo
Fonte: Sustentabilidae, www. casa.abril.com.br, acesso em 07/15/10.

- pintura da área interna utilizando tintas claras a base de água: as tintas a base de água são isentas de solventes químicos, portanto isentas de COV's (compostos orgânicos voláteis) que agredem a camada e ozônio e prejudicam a saúde de quem as manipula e o ambiente onde são aplicadas. A pintura à base de água é menos tóxica que uma à base de solvente.
 - adoção de chuveiro recuperador de calor REWATT: A REWATT é uma empresa mineira que desenvolveu uma tecnologia para reciclar o calor da água do banho a fim de pré-aquecer a água fria, reduzindo os gastos com energia (<http://www.rewatt.com.br/index.php?pg=empresa>). De acordo com a CEMIG, o gasto de energia com o aquecimento de água para banhos representa, na média, 32 % do gasto total com energia elétrica de uma família de 4 pessoas. Ao tomar banho, a água quente é eliminada pelo ralo, levando consigo energia térmica (http://www.rewatt.com.br/crbst_6.html). Com o KIT REWATT (FIG. 18) essa energia é reciclada, pré-aquecendo a água fria que vem da caixa d'água e se dirige à entrada do chuveiro. O aparelho recicla 80% da energia térmica da água, que chega ao chuveiro pré-aquecida, reduzindo a potência a ser consumida para esquentar a água, gerando uma redução de até 50% no consumo em kW/h. Resultados de ensaios comprovam que esta redução de consumo proporciona uma economia de 20% a 30% na conta de energia de uma residência, conforme informações de catálogos técnicos.
-



FIGURA 18 - Kit Rewatt instalado e detalhe do trocador de calor
Fonte: Rewatt, www.rewatt.com.br, acesso em 07/05/10.

- uso de lâmpadas fluorescentes;
- substituição do forro de gesso por forro de policloreto de vinila (PVC).

Apesar de todas essas ações aumentarem o custo de implantação do empreendimento as ações referentes ao consumo de água e energia refletem nos custos de operação, pois de acordo BLANCO (2008), a economia de água e energia, são os dois fatores de principal impacto ambiental e responsável pelos maiores índices de gastos de um imóvel durante sua vida útil. Além disso, considerou-se que com relação aos custos de manutenção do empreendimento convencional, apenas a manutenção referente ao forro de PVC e a manutenção do aquecedor solar interferiria no custo da manutenção do empreendimento sustentável, comparando com os custos de manutenção do empreendimento convencional.

5.3 Análise orçamentária do projeto de referência

Com base no que foi exposto no capítulo 4 calculou-se os dados da TAB. 2, que apresenta os custos de investimentos que englobam todos os custos diretos ligados à construção de 1 prédio com 16 apartamento de referência, apresentados na íntegra no ANEXO C.

TABELA 2
Resumo dos custos de investimento para o projeto de referência

ITEM	TOTAL (R\$)
I - Obras de infra, civil e arquitetura	
1. Infra-estrutura	4.794,18
2. Fundação	30.206,63
3. Superestrutura	352.291,95
4. Paredes e painéis	69.297,94
5. Cobertura	22.048,33
6. Instalações Hidráulicas	45.408,44
7. Instalações Elétricas	75.720,69
8. Esquadrias	83.775,11
9. Impermeabilização	1.073,40
10. Revestimento de Parede	68.659,09
11. Pisos	19.013,23
12. Pintura	26.780,25
13. Extintores	396,92
TOTAL	799.466,16

O rateio do custo por apartamento para todos os apartamentos do prédio foi baseado na metodologia da fração ideal que representa o percentual pertencente a cada um dos compradores nas áreas comuns da edificação NBR 14653-2 (ABNT, 2004). De acordo com este critério o custo de um apartamento do projeto referência de 55 m² é R\$55.518,48.

Dividindo-se o custo da unidade do apartamento convencional, R\$ 55.518,48, pela área do apartamento, 55m², verifica-se que o custo de execução do projeto de referência é R\$ 1.009,43/ m². Considerando que o Custo Unitário Básico de Construção CUB/m² correspondente ao mês de Março de 2010 para a Residência unifamiliar padrão baixo (R1-B) é R\$ 849,09/ m² (SINDUSCON-MG, 2010), constata-se que o projeto de referência é 19% mais elevado que o CUB, demonstrando que está de acordo com o índice de referência.

5.4 Custos de operação do projeto de referência

Considerando-se uma família de 4 pessoas, o valor da tarifa da COPASA a partir de 02/03/2008, da categoria residencial na faixa de consumo entre 15 e 20 m³ (R\$ 3,48/m³), estima-se os gastos mensais com água e esgoto da unidade em aproximadamente R\$ 56,38 (TAB.3).

Para a energia elétrica, considerou-se o valor da faixa que representa o fornecimento para unidade consumidora residencial, caracterizada como "baixa renda", de acordo com os critérios estabelecidos em regulamentos específicos da CEMIG. Conforme a Resolução nº. 626, 07/04/2008, disponível no site da CEMIG, para um consumo acima de 101 e abaixo de 180 kWh, o valor da tarifa sujeita a ICMS é R\$ 0,40/kWh. A TAB. 3 apresenta o resumo dos resultados das tarifas e consumos de água, esgoto, energia elétrica e iluminação pública considerados.

TABELA 3
Resultados das tarifas e consumos de água e energia elétrica para o projeto de referência.

Descrição	Consumo no Mês	Valor cobrado mês		Valor cobrado durante a vida útil	
		R\$	R\$ Total	anos	R\$ Total
Água e esgoto	16 m ³	3,48	R\$ 56,38	30	R\$ 20.297
Energia elétrica	148 kWh	0,40	R\$ 59,20	30	R\$ 21.312

5.5 Análise dos custos da manutenção e operação do projeto de referência

Os custos referentes aos cuidados de manutenções, visando assegurar as garantias contratadas e a vida útil de seus componentes está considerada ao uso, inspeções e manutenções a serem realizadas para a perfeita conservação e durabilidade dos sistemas construtivos empregados no imóvel, sendo considerado apenas a região interna de um apartamento de 55m², foram calculados conforme as premissas apresentadas no item 4.5 desse trabalho.

- 1) Esquadrias de alumínio: cada 2 anos em todas as esquadrias de alumínio, teremos 15 manutenções *6 esquadrias = 90,00 un.
 - 2) Esquadrias de madeira: cada 2 anos em todas as esquadrias de madeira, teremos 15 manutenções*27,09 m² = 460,35 m²
 - 3) Grades metálicas: cada 4 anos em todas as esquadrias metálicas, teremos 7 manutenções*16,08 m² = 112,56 m²
 - 4) Forro de gesso: cada 2 anos em parte do forro de gesso (30%), teremos 15 manutenções*10,94 m² = 164,10 m²
 - 5) Impermeabilização: cada 2 anos em todo o piso onde foi impermeabilizado, teremos 15 manutenções*3,58 m²= 53,70 m²
 - 6) Instalações elétricas: cada 2 anos em todos os pontos de instalações elétricas, teremos 15 manutenções*26 pontos = 390,00 un.
 - 7) Instalações hidrossanitárias: cada ano em aproximadamente todas as instalações hidrossanitárias, teremos 30 manutenções*3 un. = 90,00 un.
 - 8) Louças sanitárias: a cada 2 anos na louça sanitária teremos 15 manutenções *1 un.= 15,00 un.
 - 9) Caixas de descargas: cada 2 anos na caixa de descarga, teremos 15 manutenções *1 un.= 15,00 un.
 - 10) Metais sanitários: cada 2 anos em todos os metais sanitários, teremos 15 manutenções *2 un.= 30,00 un.
 - 11) Pinturas internas: cada 4 anos, teremos 7 manutenções*183,13 m²= 1.281,91 m²
 - 12) Pintura acrílica: a cada 4 anos, teremos 7 manutenções *14,75 m²= 103,25 m²
 - 13) Pinturas externas: cada 4 anos, teremos 7 manutenções*68,96 m²= 482,69 m²
-

14) Revestimentos cerâmicos: cada 2 anos em todas as cerâmicas, teremos 15 manutenções*15,69 m²= 235,35 m²

15) Revestimentos de piso cerâmico: cada 2 anos em todas as cerâmicas de piso, teremos 15 manutenções *56,06 m²= 840,90 m²

No ANEXO D está apresentada a planilhas de quantidade e preço dos serviços de manutenção do projeto referência, que totaliza R\$ 11.351,55.

O resumo dos custos de operação e manutenção de um apartamento do projeto de referência para o período de estudo de 30 anos estão apresentados na TAB. 4.

TABELA 4
Resumo dos custos de operação e manutenção para o projeto de referência

Item	Despesa Total (R\$)
1. Água	20.296,80
2. Energia elétrica	21.312,00
3. Manutenção	11.351,55
Total	52.960,35

A partir dos dados da TAB. 4 os custos referentes à operação e manutenção do “empreendimento convencional” para o período de tempo de vida da edificação de 30 anos representam 3% ao ano do custo inicial do empreendimento que foi calculado pela porcentagem entre os custos de operação e manutenção (R\$52.960,35) e os custos de construção do apartamento de referência (R\$ 55.518,48), apresentados respectivamente na TAB. 4 e no item 5.3. Este valor de 3,18% ao ano está um pouco acima dos relatados nos estudos de (referência) que demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial NBR 5674 (ABNT, 1999).

5.6 Análise orçamentária do projeto com ações sustentáveis

Com base no que foi exposto no capítulo 4 calculou-se os dados da TAB. 5, que apresenta os custos de investimentos que englobam todos os custos diretos ligados à construção de 1 prédio com 16 apartamentos para o projeto com práticas sustentáveis, apresentados na íntegra no ANEXO E.

TABELA 5
Resumo dos custos de investimento para o projeto com práticas sustentáveis

ITEM	TOTAL (R\$)
I - Obras de infra, civil e arquitetura	
1. Infra-estrutura	4.794,18
2. Fundação	30.206,63
3. Superestrutura	352.291,95
4. Paredes e painéis	69.297,94
5. Cobertura	22.048,33
6. Instalações Hidráulicas	53.627,48
7. Instalações Elétricas	77.496,05
8. Esquadrias	83.775,1
9. Impermeabilização	1.073,40
10. Revestimento de Parede	45.257,31
11. Pisos	19.013,23
12. Pintura	33.802,20
13. Aquecedor solar	55.292,64
14. Extintores	396,92
TOTAL	848.373,37

O rateio do custo por apartamento para todos os apartamentos do prédio foi baseado na metodologia da fração ideal que representa o percentual pertencente a cada um dos compradores nas áreas comuns da edificação NBR 14653-2 (ABNT, 2004). De acordo com este critério o custo de um apartamento do projeto referência de 55 m² é R\$ 58.914,81.

Dividindo-se o custo da unidade do projeto com práticas sustentáveis, R\$ 58.914,81, pela área do apartamento, 55 m², verifica-se que o custo do projeto com práticas sustentáveis é R\$ 1.071,18/ m². Constatou-se que o custo de execução do projeto em estudo com práticas sustentáveis, aqui consideradas é 6,12% mais alto que o projeto de referência.

O estudo apresentado por CUNHA DA ROCHA (2010) de uma habitação popular sustentável de 40 m², onde a construção de uma casa com as seguintes soluções sustentáveis adotadas: sistema de reutilização da água de chuva, formado por solo permeável e uma cisterna; o aquecedor solar para chuveiro; a telha de fibra de celulose; tijolos de solo-cimento e não utilizam argamassas de assentamento. O teto inclinado e com fendas foi projetado para aproveitar a luz e o ar naturais na residência. Na parte interna foram utilizados produtos ecologicamente corretos, como a placa cimentícia de madeira mineralizada, que não precisa de acabamento, e o revestimento de algumas paredes com embalagem Tetra Pak reciclada. A casa ainda possui lâmpadas fluorescentes, vaso sanitário com caixa acoplada e descarga de duplo fluxo. O estudo apresentado por CUNHA DA ROCHA (2010) da construção com estas soluções ecoeficientes fica apenas R\$ 5 mil mais cara.

A adoção das práticas sustentáveis descritas neste estudo proporcionou um aumento no custo de implantação do projeto de R\$ 3.396,33 (diferença entre o custo do apartamento com práticas sustentáveis R\$58.914,81 e o apartamento do projeto referência R\$ 55.518,48) para um empreendimento de 55 m². Demonstrando que na prática é possível implementar soluções sustentáveis em projetos para a baixa renda e que o mesmo está dentro da faixa do valor apresentado no estudo de CUNHA DA ROCHA (2010), mesmo as práticas sustentáveis adotadas para os estudos terem sido diferentes.

A comparação do empreendimento convencional (TAB. 2) com o empreendimento com práticas sustentáveis (TAB. 5) mostra que o empreendimento mais sustentável exige um investimento inicial 6,12% maior que compensaria o investimento. Conforme demonstrado nas pesquisas recentes no Brasil (Blanco, 2008; Coelho, 2010 e Neto, 2010) permitem analisar esse retorno mostrando que um aumento de cerca de 5% nos gastos no processo de construção de um edifício habitacional, devido a investimentos em sustentabilidade, conduz a uma economia a médio e longo prazo em torno de 50% nos gastos com água e 30% nos gastos com energia, pois a economia na operação vai remunerar essa diferença.

5.7 Custos de manutenção e operação do projeto com ações sustentáveis

De forma similar ao considerado no projeto de referência apenas as ações relativas ao consumo de água e energia afetam os custos de operação. Além disso, a possível economia de energia devido ao uso de tinta clara e a questão da durabilidade dos materiais não foram analisadas e não foram calculadas neste estudo. As medidas sustentáveis adotadas foram estimadas baseado em dados dos fabricantes, fornecedores, pesquisas recentes e especificações técnicas dos materiais e produtos.

Para a composição dos custos de operação com as práticas sustentáveis, estimou-se uma residência de 4 pessoas e o consumo médio de energia elétrica 23 kWh por pessoa/mês, uma redução de 40% do convencional conforme informações de catálogos técnicos. E para água, considerando-se consumo de 10 m³ por mês para residências populares, houve uma redução de 38% do convencional, conforme informações de catálogos técnicos. A TAB. 6 apresenta o resumo dos resultados das tarifas e consumos de água, esgoto, energia elétrica e iluminação pública considerados.

TABELA 6
Resultados das tarifas e consumos de água e energia elétrica para o projeto com práticas sustentáveis

Descrição	Consumo no Mês	Valor cobrado mês		Valor cobrado durante a vida útil	
		R\$	R\$ Total	anos	R\$ Total
Água e esgoto	10 m ³	3,48	R\$ 34,80	30	R\$ 12.528
Energia elétrica	89 kWh	0,27	R\$ 24,03	30	R\$ 8.651

Esta economia de energia elétrica e de água representa uma redução mensal de 51% no custo da operação em relação ao projeto de referência. Esta economia por mês representa R\$57,00 e por ano R\$ 681. Durante a vida útil do projeto, neste caso os 30 anos isso representa uma economia de R\$ 20.430,00 (diferença entre o total da TAB. 3 e TAB.6), 36,80% do custo da edificação convencional (item 5.3) e o sêxtuplo de economia do gasto para transformar um empreendimento de 55 m² convencional para um empreendimento com práticas sustentáveis (R\$ 3.396,33). Trazendo para valor

presente a uma taxa de desconto de 9%, a economia de optar pelo projeto com práticas sustentáveis representa um desembolso menor, isto é, um gasto menor de R\$ 4.421,58, conforme ANEXO G e H.

Para o estudo proposto considerando apenas a economia da operação, a construção com práticas sustentáveis se mostra viável e se paga com 5 anos. Confirmando o estudo de COELHO (2010) onde os produtos e sistemas verdes pagam-se por si próprios em alguns anos após a ocupação e uso do edifício, mesmo que os recursos custem mais que no início.

5.8 Análise dos custos da manutenção do projeto com ações sustentáveis

Considera-se que apenas o custo da manutenção do forro de pvc e do aquecedor solar seriam as ações sustentáveis adotadas que interferem no custo da manutenção, comparados com o projeto de referência. No ANEXO F está apresentado à planilha de quantidade e preço dos serviços de manutenção do projeto com ações sustentáveis, que totaliza R\$ 11.454,25.

O resumo dos custos de operação e manutenção do apartamento do projeto com práticas sustentáveis para o período de estudo de 30 anos estão apresentados na TAB.7.

TABELA 7
Resumo dos custos de operação e manutenção para o projeto com práticas sustentáveis

Item	Despesa Total (R\$)
1. Água	12.528,00
2. Energia elétrica	8.650,80
3. Manutenção	11.454,25
Total	32.633,05

A partir dos dados acima os custos referentes à operação e manutenção do empreendimento com práticas sustentáveis para o período de tempo de vida da

edificação de 30 anos representam 1,85% ao ano do custo inicial do empreendimento que foi calculado pela porcentagem entre os custos anual de operação e manutenção (R\$32.633,05) e os custos de construção do apartamento com práticas sustentáveis (R\$ 58.914,81), valores estes apresentados respectivamente na TAB. 7 e no item 5.6. Este valor de 1,85% está perfeitamente de acordo dos relatados nos estudos que demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial NBR 5674 (ABNT, 1999).

Confirmando os estudos de Blanco, 2008 e Casado, 2009, onde a economia gerada ao longo do uso de uma edificação que incorpora pequenas soluções sustentáveis paga o valor investido, pois o maior impacto ambiental das construções ocorre durante a fase de uso e operação nas quais os fatores preponderantes são água, energia e manutenção.

5.9 Custo do ciclo de vida

A determinação do custo do ciclo de vida dos projetos se iniciou pela elaboração do fluxo de caixa baseado nas premissas e nos pressupostos citados dos itens 4.7, 4.8 e 4.9 e nos dados das tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Os fluxos de caixa obtidos são apresentados na íntegra no ANEXO G e H. Nos fluxos de caixa foram calculado três dos indicadores financeiros de avaliação financeira utilizados nas análises comparativas dos projetos: o período de retorno do investimento (*payback*), o valor presente líquido (VPL) e o valor anual uniforme equivalente (VAUE).

Utilizando-se os dados do fluxo de caixa ANEXO G, ANEXO H e a Equação 5 é possível calcular o custo do ciclo de vida do projeto de referência e do projeto com práticas sustentáveis, respectivamente em função das demais variáveis conhecidas, conforme o cálculo a seguir.

$$PVLCC_{REF} = \frac{(31.707,69 + 23.810,80 + 52.960 - 83.715)}{(1 + 0,09)^1 + (1 + 0,09)^2 + \dots + (1 + 0,09)^{29} + (1 + 0,09)^{30}} = 166,68$$

$$PVLCC_{\text{SUST}} = \frac{(31.707,64 + 26.796,13 + 32.633 - 88.989)}{(1 + 0,09)^1 + (1 + 0,09)^2 + \dots + (1 + 0,09)^{29} + (1 + 0,09)^{30}} = 14,46$$

Conforme apresentado acima, considerado o ciclo de vida da edificação de 30 anos, a mesma apresenta o custo do ciclo de vida para o projeto de referência de 166,68 e o do projeto sustentável de 14,46. Isso significa que o projeto sustentável é a alternativa escolhida, visto que apresenta o menor valor do CCV e conforme a E 917-05 (ASTM, 2009) a alternativa com o menor CCV é preferida por razões econômicas apesar de terem um custo de implantação maior.

A análise financeira foi realizada do ponto de vista de um proprietário morador do imóvel, com a finalidade de verificar:

- desempenho econômico de um edifício ao longo do período de tempo especificado;
 - determinação de projetos economicamente viáveis e justificáveis, esperando que estes venham a reduzir custos futuros;
 - experimentar as incertezas sobre os valores corretos para usar nos pressupostos básicos estabelecidos e nas estimativas de custos futuros;
 - apresentar de que forma a viabilidade econômica de um projeto se altera em função das variáveis bem como variação de outros fatores críticos;
 - permitir que os efeitos da incerteza sejam rigorosamente analisados e também a variabilidade do mesmo valor;
 - verificar o comportamento dos empreendimentos no ambiente no qual estão inseridos e indicando um fator de segurança que o investimento oferece, mediante os seguintes métodos de avaliação financeira: o período de retorno do investimento (*payback*), o valor presente líquido (VPL) e o valor anual uniforme equivalente (VAUE).
-

Para determinação do período de retorno do investimento, efetuou-se o quociente entre o investimento total e as entradas anuais de caixa. O *payback* foi obtido diretamente no fluxo de caixa no ANEXO G do projeto de referência e do projeto com práticas sustentáveis, no mês cujo saldo acumulado deixou de ser deficitário e começou a ser superavitário.

O *payback* (item 2.2.12) do estudo do projeto de referência dá-se no 27,044 anos, ou 27 anos e 16 dias. Para o *payback* do estudo do projeto com práticas sustentáveis dá-se no 27,035 anos, ou 27 anos e 13 dias. A alternativa sustentável tem período de retorno de *payback* mais curto de alguns dias. Segundo esse critério o projeto com práticas sustentáveis é preferível com relação ao projeto de referência, pois conforme Kassai, 2000; Souza e Clemente, 2004; Brito, 2006 entre dois projetos mutuamente excludentes à escolha deveria recair sobre o que tem o período de *payback* mais curto.

Mesmo o projeto sendo 100% financiado, o objetivo do estudo do *payback*, neste caso é saber quando o proprietário obterá o seu dinheiro de volta, isto é, quando o projeto equilibra e cobre os investimentos iniciais. A alternativa sustentável tem período de retorno de *payback* mais curto de alguns dias por isso é preferível com relação ao projeto de referência.

Para determinar o VPL, utilizou-se a função VPL da planilha do Microsoft Excel, conforme Equação 7 para o projeto de referência e do projeto com práticas sustentáveis, respectivamente de acordo com o cálculo a seguir:

$$= VPL(9\%; \sum FluxodecaixaapósIR)$$

O valor presente líquido (VPL) do projeto para o projeto de referência é de -44.401,02 e -39.979,44 para o projeto com práticas sustentáveis. Neste estudo, foi adotado como premissa que as entradas de caixa representam os pagamentos ou depósitos por valores positivos, e os desembolsos ou as saídas de caixa são representados por valores negativos.

Como neste estudo, não existe receita e nem capital próprio, somente o financiamento e as despesas, por isso as saídas de caixa são maiores que as entradas de caixa, resultando

em VPL negativo. O VPL negativo significa que o projeto custa mais do que vale e o investimento não é economicamente atrativo, do ponto de vista de um investidor, porque o valor presente das entradas de caixa é menor do que o valor presente das saídas de caixa. Mas como este estudo foi realizado do ponto de vista de um proprietário morador do imóvel, mesmo o VPL negativo, representa um bom negócio para o proprietário do imóvel, pois o VPL neste caso representa os desembolsos. O VPL do projeto com práticas sustentáveis é preferível com relação ao projeto de referência, pois apresenta um valor desembolso menor, isto é, menores custos.

Para determinar o VAUE, utilizou-se a função VPL da planilha do Microsoft Excel, conforme Equação 2 para o projeto de referência e para o projeto com práticas sustentáveis, respectivamente de acordo com o cálculo a seguir:

$$VAUE = PMT(FluxosPositivos;TMA) - PMT(FluxosNegativos;TMA)$$

O valor anual uniforme equivalente (VAUE) para o projeto de referência é -2.004,18 e para o projeto com práticas sustentáveis é -1.283,22. De acordo com Kopittke e Casarotto (2000) entre dois ou mais investimento, seria recomendado o investimento que resultar no maior VAUE. Com relação ao VAUE neste estudo seria recomendado o investimento do projeto com práticas sustentáveis que resulta no menor custo.

Conforme demonstrado acima, observa-se que tanto o custo do ciclo de vida quanto aos métodos de avaliação financeira considerados, o período de retorno do investimento (*payback*), o valor presente líquido (VPL) e o valor anual uniforme equivalente (VAUE) indicam a viabilidade econômica do empreendimento sustentável proposto.

A viabilidade econômica demonstrada pelos métodos acima foram também avaliadas pela análise de sensibilidade e pela simulação de Monte Carlo.

5.9.1 Análise de Sensibilidade

A representação dos resultados de uma Análise de Sensibilidade pode ser realizada sob a forma similar a uma matriz de decisão, conforme é apresentado nos quadros a seguir.

Também serão apresentados os Gráficos de Sensibilidade como forma de representação dos resultados possíveis de uma Análise de Sensibilidade. Nessa forma de representação, a variação percentual do indicador de viabilidade é graduada no eixo das ordenadas, e no eixo das abscissas é feita à graduação das porcentagens desviadas dos valores iniciais das variáveis (parâmetros).

A Análise de Sensibilidade, nesse caso, consiste na resolução do fluxo de caixa cuja incógnita é o VPL. Às demais variáveis que alimentam o fluxo de caixa são atribuídos, isoladamente, os valores limites anteriormente estipulados, que neste caso é o investimento e o custo operacional.

A partir da variação no resultado do indicador de viabilidade é possível a verificação da sensibilidade de cada parâmetro na formação do resultado do fluxo de caixa. Dessa forma, o presente estudo propõe uma variação de +6% ou -6% no VPL do cenário esperado e a verificação das variações necessárias nos parâmetros para que seja atendida a alteração do resultado.

A seguir são apresentados os QUADRO 8 e 9 e os GRAF. 1 e 2 nas condições de variação prévia dos parâmetros TMA, investimento e custo operacional. Os quadros indicam quais as variáveis, em suas variações de níveis, possuem maior ou menor influência sobre o valor presente.

QUADRO 8
Matriz de decisão do projeto de referência

Investimento	0%	55.518
Custo Operacional	0%	52.960

		Variação do Investimento								
		(44.401)	-6%	-4%	-2%	-1%	0%	1%	2%	4%	6%
Variação do Custo Operacional	-7%	(41.584)	(42.167)	(42.750)	(43.041)	(43.332)	(43.624)	(43.915)	(44.498)	(45.081)
	-4%	(42.042)	(42.625)	(43.208)	(43.499)	(43.790)	(44.082)	(44.373)	(44.956)	(45.539)
	-2%	(42.348)	(42.930)	(43.513)	(43.804)	(44.096)	(44.387)	(44.678)	(45.261)	(45.844)
	-1%	(42.500)	(43.083)	(43.666)	(43.957)	(44.248)	(44.540)	(44.831)	(45.414)	(45.997)
	0%	(42.653)	(43.236)	(43.818)	(44.110)	(44.401)	(44.692)	(44.984)	(45.566)	(46.149)
	1%	(42.806)	(43.388)	(43.971)	(44.262)	(44.554)	(44.845)	(45.136)	(45.719)	(46.302)
	2%	(42.958)	(43.541)	(44.124)	(44.415)	(44.706)	(44.998)	(45.289)	(45.872)	(46.454)
	4%	(43.263)	(43.846)	(44.429)	(44.720)	(45.012)	(45.303)	(45.594)	(46.177)	(46.760)
	7%	(43.721)	(44.304)	(44.887)	(45.178)	(45.470)	(45.761)	(46.052)	(46.635)	(47.218)

QUADRO 9
Matriz de decisão do projeto com práticas sustentáveis

Investimento	0%	58.504
Custo Operacional	0%	32.633

		Variação do Investimento								
		(39.979)	-6%	-4%	-2%	-1%	0%	1%	2%	4%	6%
Variação do Custo Operacional	-7%	(38.261)	(38.614)	(38.968)	(39.144)	(39.321)	(39.498)	(39.674)	(40.028)	(40.381)
	-4%	(38.543)	(38.896)	(39.250)	(39.426)	(39.603)	(39.780)	(39.957)	(40.310)	(40.663)
	-2%	(38.731)	(39.085)	(39.438)	(39.615)	(39.791)	(39.968)	(40.145)	(40.498)	(40.852)
	-1%	(38.825)	(39.179)	(39.532)	(39.709)	(39.885)	(40.062)	(40.239)	(40.592)	(40.946)
	0%	(38.919)	(39.273)	(39.626)	(39.803)	(39.979)	(40.156)	(40.333)	(40.686)	(41.040)
	1%	(39.013)	(39.367)	(39.720)	(39.897)	(40.073)	(40.250)	(40.427)	(40.780)	(41.134)
	2%	(39.107)	(39.461)	(39.814)	(39.991)	(40.168)	(40.344)	(40.521)	(40.874)	(41.228)
	4%	(39.295)	(39.649)	(40.002)	(40.179)	(40.356)	(40.532)	(40.709)	(41.062)	(41.416)
	7%	(39.578)	(39.931)	(40.284)	(40.461)	(40.638)	(40.815)	(40.991)	(41.345)	(41.698)

A análise de sensibilidade é, portanto, um estudo de premissas para identificar de forma qualificada a variabilidade diante das incertezas externas e internas de um projeto. Quanto mais variação ou mudanças ocorrerem em um projeto, mais incerto será o investimento. Por análise de sensibilidade compreende-se verificar o quanto a variação de um parâmetro (investimento e custo operacional, no caso), afeta um indicador (no caso o VPL).

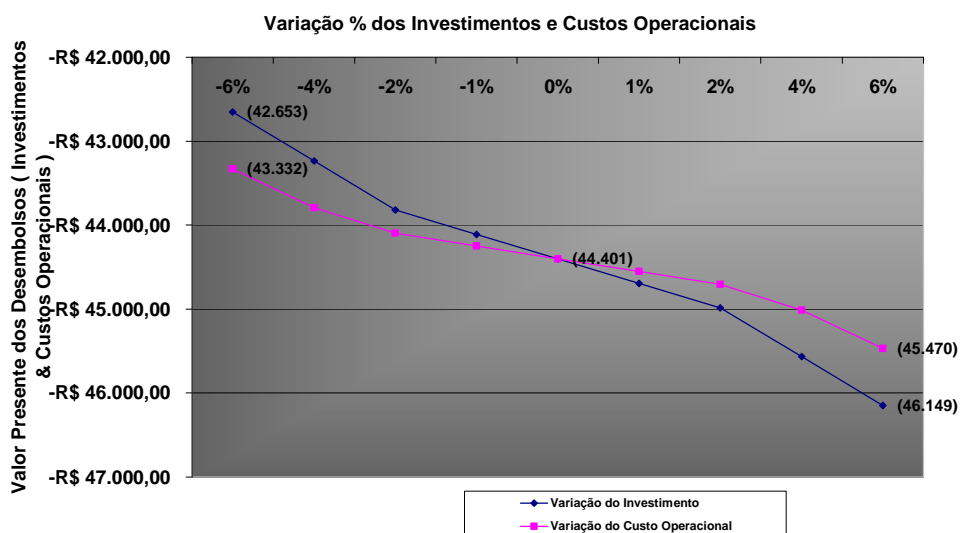


GRÁFICO 1 – Sensibilidade do projeto de referência

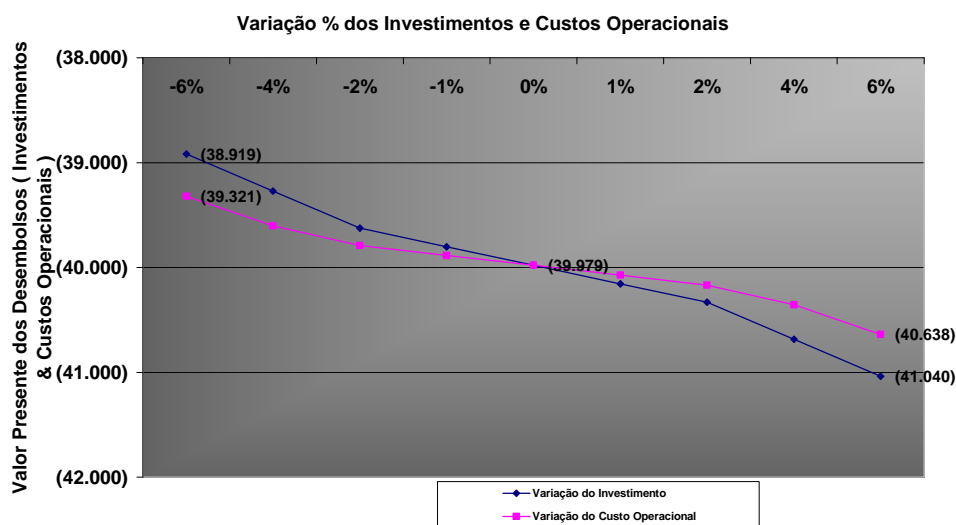


GRÁFICO 2 – Sensibilidade do projeto com práticas sustentáveis

Verifica-se, nos GRAF. 1 e 2, que a variação do investimento é a variável que exerce maior influência sobre a variação do valor presente, seguida do custo operacional. Isto é, a variável que mais tem influência sobre o retorno econômico é o custo do investimento. A variação do custo operacional tem um impacto significativamente menor na variação do investimento com práticas sustentáveis, ou seja, uma alteração em seu valor não afetará de forma crítica o VPL. A inclinação da curva da variação do investimento é maior que a do custo operacional mostrando que a variação do investimento terá a sensibilidade maior.

5.9.2 Simulação de Monte Carlo

Com o uso do software de análise de risco @RISK versão 5.0, em conjunto com a planilha eletrônica Microsoft Excel, foram efetuadas diversas simulações, de modo a fornecer um resultado final. O resultado, no caso deste estudo, foi o VPL, *payback* e VAUE do projeto em estudo, na forma de uma distribuição de probabilidades. Isto foi efetuado com o intuito de oferecer uma informação que possibilitasse verificar a

viabilidade do projeto e informações simples para a tomada de decisões estratégicas com maior precisão.

A grande vantagem do uso desta técnica reside na possibilidade de se vislumbrar como será o comportamento do resultado do estudo frente a variações das condições de entrada. Ao invés de traçar a estratégia da organização confiando cegamente em um valor fechado, único, o tomador de decisão passa a ter melhores subsídios para escolher a melhor estratégia para a organização.

Para análise dos resultados, o percentil 5% identifica um valor acima do qual 95% dos valores analisados estarão. Portanto, é um limite inferior que não chega a ser o mínimo, mas só será ultrapassado (para menos) com chances 1/20 ou 5%.

Os resultados da simulação de Monte Carlo (SMC) são apresentados de forma compacta nas tabelas e gráficos a seguir, nos quais são apresentados, o resumo e a distribuição gráfica dos valores observados para os indicadores considerados.

A TAB. 8 apresenta um resumo dos resultados das simulações de Monte Carlo das variáveis de saída - VPL, *payback* e VAUE – que apresentaram valores médios de -44.423 , 27,05 ao ano e -2.006, respectivamente para o projeto de referência.

TABELA 8
Valores máximos, mínimos e médios da SMC do projeto de referência

NOME	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
VPL	- 49.824	- 44.423	- 39.905	1.619
<i>Payback</i>	27,04	27,05	27,04	0
VAUE	-2.499	-2.006	-1.533	156

Conforme se pode verificar no GRAF. 3 a análise dos percentuais indicou a probabilidade de 5% do VPL apresentar o valor inferior a R\$-47.142 e 95% de probabilidade de exibir valor superior a R\$-41.801. Dentro da faixa de no mínimo - 49.824 e no máximo -39.905.

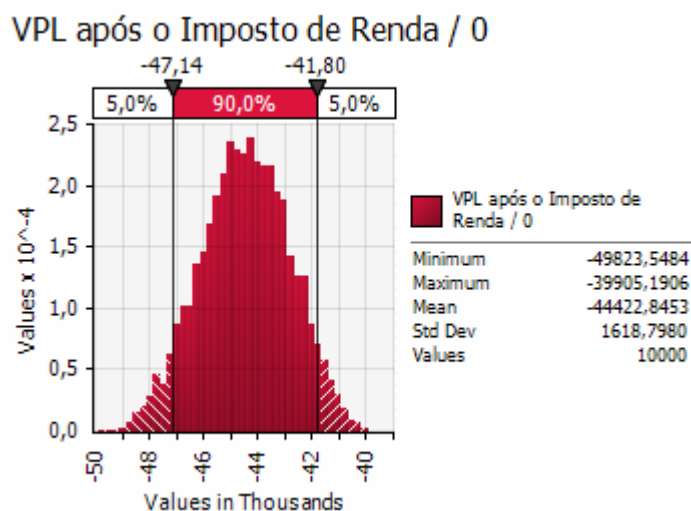


GRÁFICO 3 – Distribuição de probabilidade acumulada do VPL do projeto de referência

Conforme se pode verificar no GRAF. 4, a análise dos percentuais indicou a probabilidade de 5% do *payback* apresentar o valor inferior a 27,043 e 95% de probabilidade de exibir valor superior a 27,045 anos. Dentro da faixa de no mínimo 27,042 anos e no máximo 27,046 anos.

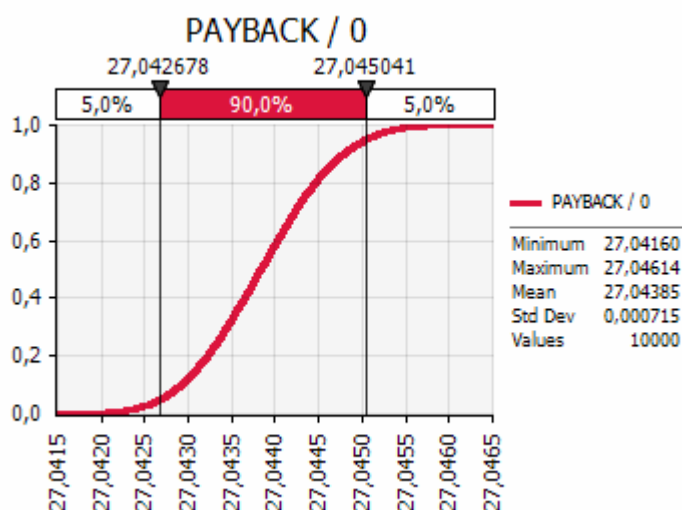


GRÁFICO 4 - Probabilidade da distribuição acumulada do *payback* do Projeto de referência

No GRAF. 5 apresenta, a análise dos percentuais que indica a probabilidade de 5% do VAUE apresentar o valor inferior a -2.270 e 95% de probabilidade de exibir valor superior a -1.754. Dentro da faixa de no mínimo -2.499 e no máximo -1.534.

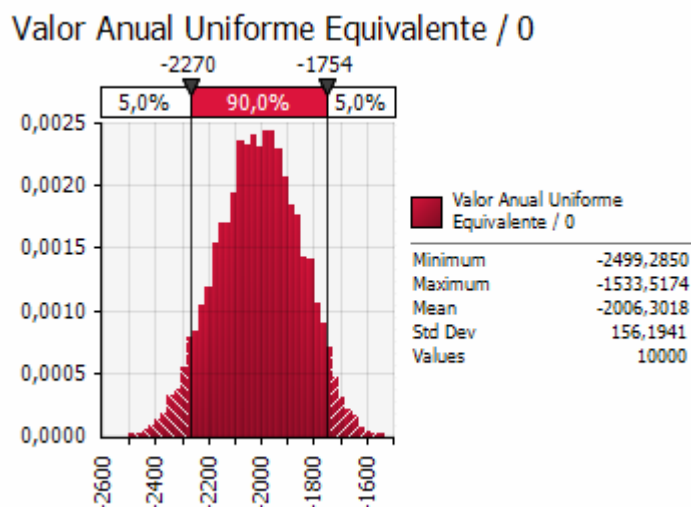


GRÁFICO 5 - Distribuição de probabilidade acumulada do VAUE do Projeto de referência

A TAB. 9 e os GRAF. 6, 7 e 8 mostram a distribuição de probabilidade acumulada do VPL, *payback* e VAUE, respectivamente, obtida mediante simulação de Monte Carlo do projeto com práticas sustentáveis. Essa análise oferece a probabilidade do projeto atingir valores aceitáveis, dentro das faixas de projeções e estimativas atribuídas.

A TAB. 9 apresenta um resumo dos resultados das simulações de Monte Carlo, as variáveis de saída - VPL, *payback* e VAUE – que apresentaram valores médios de R\$ -39.993, 27,04 ao ano e -1.285, respectivamente para o projeto com práticas sustentáveis.

TABELA 9

Valores máximos, mínimos e médios da SMC do projeto com práticas sustentáveis				
NOME	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	DESVIO-PADRÃO
VPL	- 44.268	- 39.993	- 35.636	1.403
<i>Payback</i>	27,03	27,04	27,04	0
VAUE	-1.714	-1.285	-881	137

Conforme se pode verificar no GRAF. 6, a análise dos percentuais indica a probabilidade de 5% do VPL apresentar o valor inferior a R\$-42.351 e 95% de probabilidade de exibir valor superior a R\$-37.698. Dentro da faixa de no mínimo - 44.985 e no máximo -36.381.

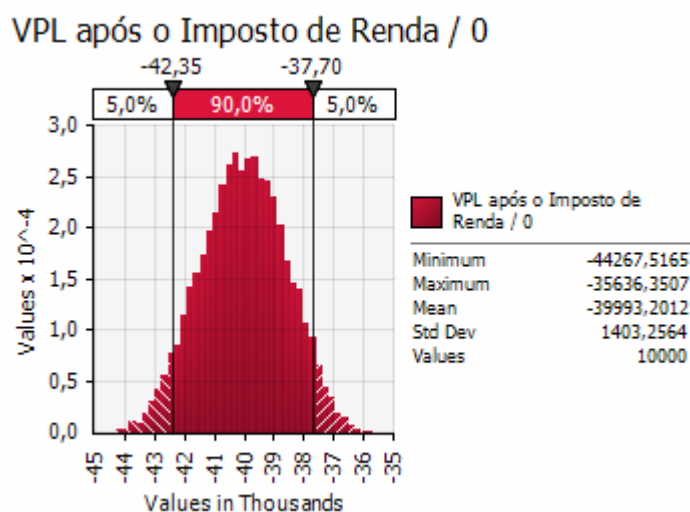


GRÁFICO 6 - Distribuição de probabilidade acumulada do VPL do projeto com práticas sustentáveis.

No GRAF. 7 apresenta a análise dos percentuais que indica a probabilidade de 5% do *payback* apresentar o valor inferior a 27,034 anos e 95% de probabilidade de exibir valor superior a 27,036 anos. Dentro da faixa de no mínimo 27,03 anos e no máximo R\$ 27,04 anos.

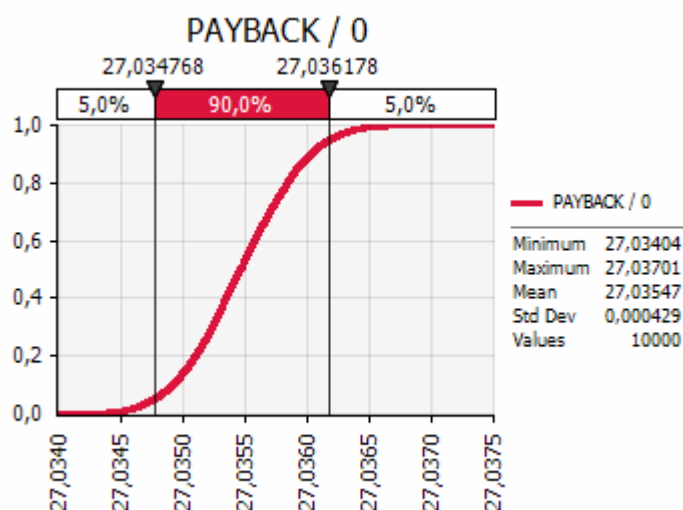


GRÁFICO 7 - Probabilidade da distribuição acumulada do *payback* do projeto com práticas sustentáveis.

Conforme se pode verificar no GRAF. 8, a análise dos percentuais indica a probabilidade de 5% do VAUE apresentar o valor inferior a -1.513 e 95% de probabilidade de exibir valor superior a -1.060 . Dentro da faixa de no mínimo -1.714 e no máximo -881.

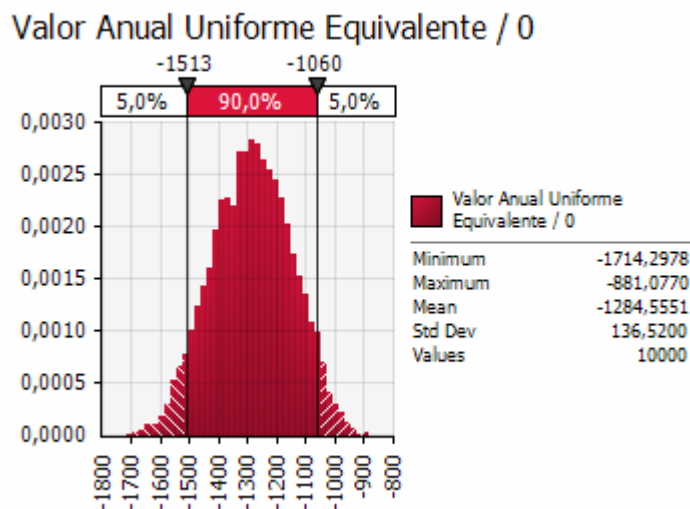


GRÁFICO 8 - Distribuição de probabilidade acumulada do VAUE do Projeto com práticas sustentáveis

5.9.3 Comparação de Resultados da Simulação de Monte Carlo e Análise de Sensibilidade

No presente caso, efetuou-se uma análise das possíveis variações do VPL, *payback* e VAUE associados aos itens específicos do projeto em estudo, com o intuito de se avaliar, dentro das faixas de variações estabelecidas, qual o valor médio mais provável da estimativa e quais são as suas prováveis variações dentro dos limites estabelecidos.

Como pode ser observado no GRAF. 3, o valor médio do VPL para o projeto de referência dentro do intervalo de confiança de 50% é o valor mais provável, equivalente ao P50 da curva, -44.402, obtido na condição em que se terá a probabilidade de 50% da estimativa ficar abaixo ou acima do valor final adotado. Além disto, é importante ressaltar também que o P90 da curva, -42.310, o valor obtido representa uma situação em que o proprietário pode assumir uma posição mais conservadora, com maior aversão ao risco.

Sobre o projeto com práticas sustentáveis, pode ser observado no GRAF. 6, que o valor médio do VPL para o projeto de referência dentro do intervalo de confiança de 50% é o valor mais provável, equivalente ao P50 da curva, -39.979, obtido na condição em que se terá a probabilidade de 50% da estimativa ficar abaixo ou acima do valor final

adotado. Além disto, é importante ressaltar também que o P90 da curva, -38.143, o valor obtido representa uma situação em que o proprietário pode assumir uma posição mais conservadora, como se adotasse uma contingência maior para a tomada de decisão. Comparando os resultados do VPL da simulação de Monte Carlo do projeto de referência com o projeto com práticas sustentáveis, este é preferível com relação ao projeto de referência, pois apresenta o VPL de valor mais elevado e um valor de desembolso menor.

Como pode ser observado no GRAF. 4, o valor médio do *payback* para o projeto de referência dentro do intervalo de confiança de 50% é o valor mais provável, equivalente ao P50 da curva, 27,04 anos, obtido na condição em que se terá a probabilidade de 50% da estimativa ficar abaixo ou acima do valor final adotado. Além disto, é importante ressaltar também que o P90 da curva, 27,05 anos.

Para o projeto com práticas sustentáveis, pode ser observado no GRAF. 7, que o valor médio do *payback* para o projeto de referência dentro do intervalo de confiança de 50% é o valor mais provável, equivalente ao P50 da curva, 27,03 anos, obtido na condição em que se terá a probabilidade de 50% da estimativa ficar abaixo ou acima do valor final adotado. Além disto, é importante ressaltar também que o P90 da curva, 27,04 anos. Comparando os resultados da simulação de Monte Carlo do projeto de referência com o projeto com práticas sustentáveis, este é preferível com relação ao projeto de referência, pois apresenta o *payback* mais curto de alguns dias.

Como pode ser observado no GRAF. 5, o valor médio do VAUE para o projeto de referência dentro do intervalo de confiança de 50% é o valor mais provável, equivalente ao P50 da curva, -2.003, obtido na condição em que se terá a probabilidade de 50% da estimativa ficar abaixo ou acima do valor final adotado. Além disto, é importante ressaltar também que o P90 da curva, -1.802, obtido representa uma situação em que o proprietário pode assumir uma posição mais conservadora, com maior aversão ao risco.

Sobre o projeto com práticas sustentáveis, pode ser observado no GRAF. 8, que o valor médio do VAUE para o projeto de referência dentro do intervalo de confiança de 50% é o valor mais provável, equivalente ao P50 da curva, -1.283, obtido na condição em que

se terá a probabilidade de 50% da estimativa ficar abaixo ou acima do valor final adotado. Além disto, é importante ressaltar também que o P90 da curva é -1.104. Comparando os resultados do VAUE da simulação de Monte Carlo do projeto de referência com o projeto com práticas sustentáveis, este é preferível com relação ao projeto de referência, pois apresenta o VAUE de valor mais elevado e com menor custo.

Comparando os valores da análise de sensibilidade com os valores da simulação de Monte Carlo, percebemos que os valores estão muito próximos. A diferença entre as simulações é que na análise de sensibilidade é realizada uma distribuição linear com aproximadamente 81 iterações e a simulação de Monte Carlo é realizada uma distribuição triangular com 10.000 iterações.

Dessa forma, analisando a distribuição acumulada do VPL, o *payback* e o VAUE, verifica-se que mesmo o investimento imobiliário obtendo valor presente líquido negativo, o investimento é viável financeiramente e possui um baixo risco, como pode ser confirmado pelos resultados das simulações. Os resultados apresentados com esse estudo de caso, portanto, esboçam, com propriedade, a viabilidade financeira do investimento, mesmo em condições de risco e incerteza. Esses resultados também expõem as vantagens de se considerar, na abordagem de avaliação financeira de investimentos, a componente de risco, por meio da construção de cenários e da simulação de variações.

6 CONCLUSÕES

Nesse trabalho, buscou-se utilizar a análise de viabilidade financeira, complementada por simulações de risco, em um projeto de investimento imobiliário, como ferramenta estatística para prover os proprietários e investidores de informações coerentes com a realidade. Para tal, foi elaborada uma planilha eletrônica que possibilitou o cálculo dos fluxos de caixa de dois empreendimentos, visando obter os indicadores de viabilidade dos mesmos. A utilização de uma planilha eletrônica de cálculo, adaptada à análise de viabilidade desses investimentos, consiste numa opção de considerável praticidade, podendo servir como roteiro de cálculo, facilitando a simulação de cenários, pela utilização do Método da Análise de Sensibilidade e da Simulação de Monte Carlo, visando à determinação das variáveis-chaves e o risco de cada empreendimento.

Identificou-se que, nos dois empreendimentos, a maioria das variáveis comportou-se de maneira diferente na formação dos indicadores de viabilidade, motivadas pelas peculiaridades inerentes a cada projeto de investimento. Independentes a essas peculiaridades, entretanto, comportaram-se os parâmetros VPL e VAUE, os quais, quando tiveram seus cenários alternativos simulados, causaram as maiores variações nos resultados dos fluxos de caixa para os dois empreendimentos. Para o valor presente líquido considerado no presente trabalho, os resultados informam que o investimento imobiliário, proposto neste estudo, apresenta-se viável financeiramente, mesmo o investimento imobiliário obtendo valor presente líquido negativo, pois o VPL neste caso é o desembolso. E o mesmo possui um baixo risco, reforçando a viabilidade financeira do projeto sustentável proposto.

A análise de sensibilidade, mesmo permitindo a variação dos parâmetros um a um, evidencia que as variáveis causam e sofrem influência entre si na formação dos indicadores de viabilidade. O Método da Análise de Sensibilidade, apesar de ser restrito à determinação das variáveis-chaves, permite vislumbrar valores ideais a serem praticados para cada parâmetro. Aos empreendedores, mais do que a distinção dessas

variáveis-chaves, importa a possibilidade de otimizar os valores dos parâmetros, dentro de critérios reais e admissíveis pelo mercado, propiciando o melhor retorno do investimento. No estudo constatou-se que a variação do investimento é a variável que exerce maior influência sobre a variação do valor presente, seguida do custo operacional, isto é, a variação do investimento terá maior sensibilidade.

Desse modo, destaca-se que a utilização de um modelo de simulação pode produzir uma gama de informações mais seguras para o proprietário do imóvel, reduzindo o nível de incertezas nas suas decisões, sem adição significativa de custo e tempo, necessitando, apenas, conhecimentos estatísticos para leitura dos resultados. Com referência aos resultados do estudo, as tomadas de decisões, por parte do proprietário do imóvel, são mais seguras, confiáveis e reduzindo o nível de incertezas nas suas decisões diante da análise de risco em detrimento da simples análise determinística e proporcionará benefícios para o processo de tomada de decisão no gerenciamento de projetos. Diante do exposto, pode-se afirmar que a despeito de suas limitações, a metodologia de Simulação de Monte Carlo constitui-se em uma poderosa ferramenta para a análise de riscos inerentes à avaliação por fluxo de caixa descontado, contribuindo decisivamente para a acurácia desta metodologia de avaliação e para a tomada de decisão em ambiente de incerteza.

O estudo demonstrou que o incorporador ou construtor utilizado no estudo de caso pode tomar decisões com maior segurança e confiabilidade. A aplicação da técnica probabilística de viabilidade, para mensuração do risco, determinou viabilidade para o investimento imobiliário, o qual está correlacionado com baixo risco. As informações utilizadas na determinação da viabilidade e do risco financeiro, que possibilitaram tais conclusões, foram projeções para o futuro dos valores das variáveis que formam o fluxo de caixa e, portanto, são estimativas sujeitas a erros.

Os resultados da simulação de Monte Carlo e da análise de sensibilidade confirmam a viabilidade econômica dos dois empreendimentos. A análise comparativa do período de retorno do investimento (*payback*), o valor presente líquido (VPL) e o valor anual uniforme equivalente (VAUE) do projeto com práticas sustentáveis é a escolha

"preferida", que o mesmo apresenta baixo risco e é a alternativa mais viável financeiramente para este estudo.

A análise do custo de construção, operação, manutenção e descarte da edificação poderiam contribuir para a identificação dos benefícios da sustentabilidade ao longo da vida da edificação. O Custo do Ciclo de Vida é um assunto que deve ser cada vez mais estudado e discutido, pois desempenha um papel fundamental para o conhecimento dos processos, redução dos impactos ambientais e melhoria dos processos industriais, visando à proteção do meio ambiente, a melhoria da qualidade de vida da população e da economia. O conjunto dessas ações almeja mostrar que a noção de construção sustentável deve estar presente em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até sua requalificação, desconstrução ou demolição e fomentadora de bases de dados brasileiros para o custo do ciclo de vida de empreendimentos da construção civil, visto que no Brasil esta prática não é muito difundida nem executada.

Se por um lado é de extrema importância a contabilização dos ganhos de sustentabilidade em um projeto, por outro, é imprescindível a educação daquelas pessoas que sentirão e usufruirão, ao longo do tempo, dos benefícios destas construções. As construções se tornarão mais desejadas e, provocará uma demanda do mercado, quando a indústria puder convencer os consumidores usuários dos ganhos de uma construção sustentável. Edificações com estratégias claras de sustentabilidade podem demandar um investimento maior, que, se bem aplicado, invariavelmente resultará em melhor desempenho. Para o estudo proposto considerando apenas o custo do ciclo de vida da operação e da manutenção da construção com práticas sustentáveis esta se mostra viável e se paga com 5 anos. A construção da edificação popular com adoção de práticas sustentáveis propostas, deste estudo, fica 6,12% mais cara que o projeto de referência. Porém os benefícios da construção com práticas sustentáveis são tangíveis, independentemente da discussão sobre quem paga a conta da melhoria de desempenho. Portanto, a proposta inicial deste estudo chegou ao seu objetivo final, a criação de uma demanda, baseada em argumentos sólidos - aplicação de medidas de valoração consistentes – por meio da apresentação da viabilidade da implantação da metodologia de custo do ciclo de vida para empreendimentos convencionais e sustentáveis no Brasil e dos benefícios de um edifício com práticas sustentáveis.

Pode-se demonstrar com este estudo que contribuir para o desenvolvimento sustentável não é mais uma questão de escolha da companhia, e sim obrigação. Para o meio ambiente, todos os esforços e investimentos devem procurar reduzir a necessidade de recursos naturais e de energia e minimizar, ou se possível eliminar, as fontes de emissão. Entendemos que, na área da construção civil, tais alternativas devam ser buscadas segundo uma nova ótica, alinhada com ética. Portanto, conscientes do que estamos gerando e deixando como herança para os nossos descendentes, reflitamos e busquemos novas alternativas sustentáveis.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Durante o desenvolvimento da dissertação verificou-se que algumas questões devem ser pesquisadas e aprofundadas. O objetivo dessa ampliação de estudo é observar relações sistêmicas, que possam subsidiar a tomada de decisões, antes do efetivo dispêndio de capital, contribuindo, assim, para a sustentabilidade financeira das organizações e dos agentes empreendedores. Desse modo, seguem as sugestões apresentadas:

_ No decorrer deste trabalho pôde-se perceber que a redução do impacto da construção civil em busca da sustentabilidade das construções não são tarefas simples e exigem ações combinadas simultâneas em diversos tópicos. Entretanto, acredita-se que, em um futuro próximo, a consideração de requisitos de sustentabilidade será uma incumbência primária dos engenheiros e arquitetos.

_ A metodologia de estudo do Custo do Ciclo de Vida vem assumindo uma grande importância nas soluções econômicas e ambientais e vários autores a classificam como uma nova tendência mundial para orientações de novas práticas e políticas ambientais. Observou-se no estudo realizado que a ferramenta era desconhecida pelas empresas brasileiras. Sua aplicação não é tão difundida nas empresas no Brasil e isso pode ser devido à grande quantidade de dados necessários para o estudo, à coleta de dados é

bastante complexa e demanda tempo para compreensão. A análise deve ser aperfeiçoada e melhoramento dos sistemas.

_ Além disso, cabe salientar que os resultados alcançados refletem a realidade das construções em que foram coletados os dados e das regiões onde elas estão localizadas, justificando a continuidade do estudo.

O contexto do presente trabalho, as possibilidades de sua continuidade e as sugestões de pesquisas futuras relacionadas ao tema permitem idealizar a existência de um vasto campo a ser explorado de forma profissional e acadêmica.

REFERÊNCIAS

ABREU FILHO, José Carlos Franco de; SOUZA, Cristovão Pereira de; GONÇALVES, Danilo Amerio; CURY, Marcus Vinicius Quintella. **Finanças corporativas**. 8ª Ed. – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

AGENDA 21 brasileira: ações prioritárias. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 158 p.

ALMEIDA, Fernando. - **Bom Negócio da Sustentabilidade** - Rio de Janeiro - Editora: Nova Fronteira - Ano: 2002.

ALMEIDA, Fernando. - **Os Desafios da Sustentabilidade** - Rio de Janeiro - Editora: Campus - Ano: 2007.

ASHBY. Method and software: Cambridge Materials Selector, 2005.

ASSAF NETO, Alexandre. – **Mercado financeiro**. 9ª Edição - São Paulo: Atlas, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.

NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

NBR 14653-2: Avaliação de bens – Parte 2:Imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

American Society for Testing and Materials – ASTM.

ASTM E 917 – 05 - Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems. United States, 2009.

ASTM E 1369 – 07 e 2 - Standard Guide for Selecting Techniques for Treating Uncertainty and Risk in the Economic Evaluation of Buildings and Building Systems. United States, 2009.

ASTM E 1946 - 07 - Standard Practice for Measuring Cost Risk of Buildings and Building Systems. United States, 2007.

BARBOSA, Sylvio Leal; MOURA JÚNIOR, Augusto dos Santos. **Análise de investimentos em projetos de tecnologia, uma proposta fundamentada no Balanced Scorecard**. IX Seminário de Automação de Processos, Curitiba, Paraná, 2005.

BARBIERI, José Carlos; VASCONCELOS, Isabella Freitas Gouveia de; ANDREASSI, Tales; VASCONCELOS, Flávio Carvalho de. **Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições**. Revista de Administração de Empresas (RAE) - v. 50, nº 2, abr./jun. 2010, São Paulo pg. 146-154.

BARTLETT, ED; HOWARD, Nigel. **Informing the decision makers on the cost and value of green building**. Building Research & Information, Londres, v. 28, p. 315-324, 2000.

BAUER, Udibert Reinoldo. **Matemática Financeira Fundamental** – São Paulo: Atlas, 2003.

BISSOLI, Márcia; CALMON, João Luiz; CASER, Karla. **Recomendações para a Sustentabilidade do Conjunto residencial Barreiros (Vitória, BR): Relações com a Conservação e proteção dos Recursos Naturais** – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Fortaleza – Ano: 2008.

BLANCO, Mirian – **Ecoeficiência** - Revista Construção Mercado nº 87 - Outubro 2008 - Editora PINI. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/87/artigo120605-1.asp>>. Acesso em: 15 Mar.2010.

BOGENSTÄTTER, Ulrich. **Prediction and optimization of life-cycle costs in early design**. Building Research & Information, London, v. 28, p. 376-386, 2000.

BOTTREL, Frederico. **Busca por Obra Sustentável**. Artigo escrito para a coluna “Ciência”, publicado no jornal Estado de Minas, de Belo Horizonte - MG em Dezembro, 2010.

BREALEY, Richard. A.; ALLEN, Franklin; MYERS, Stewart C. **Princípios de finanças corporativas** – 8ª ed. – São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BRIGHAM, Eugene F., GAPENSKI, Louis C.; EHRHARDT, Michael C. **Administração financeira: teoria e prática**. 1ª ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

BRITO, Paulo **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. 2ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2006.

BROM, Luiz Guilherme; BALIAN, José Eduardo. **A. Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações** – São Paulo: Saraiva, 2007.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens; SIQUEIRA, José de Oliveira. **Análise de risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do Método de Monte Carlo**. São Paulo, 1998. Disponível em <<http://www.infinitaweb.com.br/albruni/academicos/bruni9802.pdf>>. Acesso em 05 mar. 2010.

CALKINS, MEG. **Strategy use and challenges of ecological design in landscape architecture** Landscape And Urban Planning, S.I., v. 73, p. 29-48, 2005.

CARDOSO, Douglas; AMARAL, Hudson Fernandes. **O uso da simulação de Monte Carlo na elaboração do fluxo de caixa empresarial: uma proposta para quantificação das incertezas ambientais**. In: Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000 - ENEGEP, 2000.

CARDOSO, Luiz Reinaldo de Azevedo; ABIKO, Alex Kenya; GONÇALVES, Orestes Marraccini; BARBOSA, Ana Lúcia Sanzovo Fiorelli; INOUE, Kelly Paiva;

HAGA, Heitor Cesar Riogi. **Proposição de um modelo para a cadeia produtiva da construção habitacional urbana: desenho e fluxos.** XXII Encontro nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, 2002.

CASADO, Marcos ; FUJIHARA, Maria Carolina. **Guia para sua obra mais verde: Dicas sobre Construções Sustentáveis nas cidades.** São Paulo: Elaboração: GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2009.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial** – 10ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2007.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos.** São Paulo, Editora Atlas, 2000.

CEMIG. **Consultar tarifas de energia.** < <http://www.cemig.com.br/>>. Acesso em: 01 Abr. 2010.

CEOTTO, Luiz Henrique. **Construção Civil e o Meio Ambiente: 1ª parte.** Notícias da Construção, São Paulo, nº 51, nov. 2006. Seção Qualidade e Produtividade. Disponível em:<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2006/e_d51.pdf>. Acesso em: 24 Dez.2009.p. 20-21.

CEOTTO, Luiz Henrique. **Construção Civil e o Meio Ambiente: 2ª parte.** Notícias da Construção, São Paulo, nº 52, Dez. 2006. Seção Qualidade e Produtividade. Disponível em:<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2006/e_d52.pdf>. Acesso: 24 Dez. 2009. p. 20-21.

CEOTTO, Luiz Henrique. **Construção Civil e o Meio Ambiente: 3ª parte.** Notícias da Construção, São Paulo, nº 53, Jan./Fev. 2007. Seção Qualidade e Produtividade. Disponível

em:<<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2007/ed53.pdf>>. Acesso: 24 Dez. 2009. p. 20-21.

CEF. Financiamento do Caixa Econômica Federal. Disponível em: <<http://www.emprestimoconsignado.com.br/financiamentos/financiamentos-da-caixa-economica-carta-de-credito-habitacao/>>. Acesso em: 11 Jan. 2010.

CIB/UNEP-IETC - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre UNEP-IETC **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document** Boutek Report No Bou/E0204, Pretória, 2002.

CIC/FIEMG - CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CIC/FIEMG). **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte, 2008. 60p.

COELHO, Luiza – **Certificação Ambiental** – Revista técnica - Edição 155 Ano: 2010. Disponível em < <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/155/artigo162886-2.asp>> Acesso: 26 Fev. 2010.

COLE, Raymond J.; STERNER, Eva **Reconciling theory and practice of life-cycle costing**. Building Research & Information, London, v. 28, p. 368-375, 2000.

COPASA. **Tarifas a vigorar a partir de 01/03/2010**. Disponível em < <http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1804&sid=51&tpl=section>> Acesso em: 02 Mar.2010.

CORDEIRO DA SILVA, Edson **Como administrar o fluxo de caixa das empresas – guia prático e objetivo de apoio aos executivos** – 2ª ed. – São Paulo: Atlas, 2006.

CORREIA NETO, Jocildo Figueiredo , MOURA, Heber José de Moura, FORTE, Sérgio Henrique Arruda Cavalcante. **Modelo prático de previsão de fluxo de caixa operacional para empresas comerciais considerando os efeitos do risco, através do método de Monte Carlo**. Fortaleza, 2002.

CRYER, Benjamin; FELDER, Jeffrey; MATTHEWS, Rebecca; PETTIGREW, Michael; OKRENT, Brian. **Evaluating the Diffusion of Green Building Practices**. UCLA Anderson School of Management. Califórnia, 2005/2006.

CUNHA DA ROCHA, Ana Paula. Fundação Vanzolini e Inovatech constroem casa sustentável para a baixa renda. Revista PINI WEB – 29 de Abril de 2010. Disponível em <<http://www.piniweb.com.br/construcao/habitacao/fundacao-vanzolini-e-inovatech-constroem-casa-sustentavel-para-a-baixa-170607-1.asp>> Acesso em: 30 Abr. 2010.

DAMODARAN, Aswath. **Finanças corporativas aplicadas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DAVIES, ROSS. **Green Value, Green Building**, growing assets, Report 2005. Disponível em <<http://www.rics.org/NR/ronlyres/93B20864-E89E-4641-AB11-028387737058/0/GreenValueReport.pdf>> Acesso em: 10 Jan. 2010.

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: A importância da etapa de projeto arquitetônico**. NATAU 2002 – Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. São Paulo, 7 a 11 outubro 2002.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. São Paulo – Editora: Atlas, 2008.

DSD – **Fluxo de Caixa**. Disponível em <<http://projetodsd.com.br/fluxo-de-caixa/>> Acesso em: 20 dez.2009.

DUCH, Christian. **Custo do Ciclo de Vida (CCV)**. Na Hydac,2007. Disponível em: <<http://www.meiofiltrante.com.br/materias.asp?action=detalhe&id=274>>. Acesso em: 30 Maio.2009.

ELKINGTON, John. **Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development**. California Management Review. v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

ELDENBURG, Leslie G; WOLCOTT, Susan K. **Gestão de custos: como medir, monitorar e motivar o desempenho.** Rio de Janeiro: LTC, 2007.

ETHOS - INDICADORES ETHOS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL 2007 São Paulo: Instituto Ethos, 2007, 82p.

FARAG, Mahmoud M. **Materials and process selection for Engineering Design.** New York: CRC Press - Taylor and Francis Group, 2008.

FABRYCKY, Walter. J.; BLANCHARD, Benjamin S. **Life-Cycle Cost and Economic Analysis.** New Jersey - EUA: Prentice-Hall, Inc, 1991. 383 p.

FAZENDA. **Taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e Custódia estabelecida pelo Banco Central do Brasil.** Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/comunicados/selic.htm>. Acesso em: 14 Mai. 2010.

FEBRABAN. Pesquisa FEBRABAN de Projeções Macroeconômicas e Expectativas de Mercado. Disponível em: <http://www.febraban.org.br/p5a_52gt34++5cv8_4466+ff145afbb52ffrtg33fe36455li5411pp+e/sitefebraban/Quadros_Pesquisa.pdf>. Acesso em: 14 Mai. 2010.

FERREIRA, Roberto G. **Matemática Financeira Aplicada: mercado de capitais, administração financeira, engenharia econômica.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

GALHARDO, Mariana Rocha; SILVA, Wesley Alves da; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. **Proposição de aplicação do conceito do value-at-risk no mercado energético brasileiro.** XXIV Encontro nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, SC, 2004.

GEIGER, David R. **Economic Analysis Primer.** August 2003. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Office of asset Management. Disponível em <<http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/asstmgmt/primer.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2010.

GENTLE, James E. **Random Number Generation and Monte Carlo Methods**. New York: Springer, 2003.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

GLUCH, Pernilla; BAUMANN, Henrikke. **The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making**. *Building and Environment*, v. 39, n. 5, p. 571 – 580, 2004.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; PUJADAS, Flávia Zoéga Andreatta; NETO FAGUNDES, Jerônimo Cabral Pereira. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**. São Paulo: Editora PINI, 2006.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf; FORMOSO, Carlos Torres. **Análise de viabilidade econômico-financeira de construções residenciais** *In*: Encontro Nacional da ANPUR, IX, Rio de Janeiro, 2001. Anais. p. 1548-1553.

HAUSER, Sandro; KRÜGER, José Adelino. **Investimentos imobiliários em Curitiba (PR) - considerações sobre a análise de viabilidade de empreendimentos residenciais unifamiliares em série Brasil**. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis, 2006.

HAUSER, Sandro. **Análise de viabilidade de investimentos em empreendimentos residenciais unifamiliares em Curitiba (PR)**, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Paraná, Curitiba – 2005. 209 p.

HELFERT, Erich A. **Técnicas de análise financeira: um guia prático para medir o desempenho dos negócios** – 9. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2000.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. São Paulo, Atlas, 1998.

HOLZBERG, BRUNO BROESIGKE **Quantificação e Tratamento das Incertezas em Análises de Estabilidade de Poços de Petróleo**. Dissertação de Mestrado

Departamento de Engenharia Civil Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, 2001.

HUNTLEY, B. D. The application of advanced economic analysis techniques to the evaluation of network expansion alternatives In: Electro/95 International. Professional Program Proceedings, Volume , Issue , 21-23 Jun 1995 Page(s):129 – 140 Digital Object Identifier 10.1109/ELECTR.1995.471041.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Contas Nacionais. Diretoria de Pesquisas. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 06 Set. 2010.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre UNEP-IETC AGENDA 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. CIB Report Publication 237, Rotterdam: CIB, Jul.1999.

ISO International Organization for Standardization

ISO 14040 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, 2006.

ISO 14041 – Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis, 2006.

ISO 14042 – Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment, 2006.

ISO 14043– Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation, 2006.

JACOBONI, Carlos; REGGIANI, Lino. **The Monte Carlo method for the solution of charge transport in semiconductors with applications to covalent materials.** Rev. Mod. Phys, v. 55, n. 3, p. 645-705, 1983.

JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar.** São Paulo, 2010. Disponível em < http://www.reciclagem.pcc.usp.br/des_sustentavel.htm > Acesso em 20 de Mar. 2010.

JOHN, Vanderley Moacyr ; OLIVEIRA, Daniel Pinho; LIMA, José Antônio Ribeiro de **Levantamento do Estado da arte: seleção de materiais.** São Paulo: FINEP, 2007. Disponível em < http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D2-4_selecao_materiais.pdf>. Acesso em: 20 Ago.2009 (Projeto /FINEP 2386/04 – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável.

JOHN, Vanderley Moacyr; AGOPYAN Vahan, ABIKO, Alex K., PRADO, Racine T. A., GONCALVES, Orestes M., SOUZA, Ubiraci E. **Agenda 21 for the Brazilian Construction Industry—a Proposal.** Construction and Environment: From Theory into Practice, São Paulo, CIB/PCC USP, 2000.

JOHN, Vanderley Moacyr; SILVA, Vanessa Gomes; AGOPYAN, Vahan **Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro.** II Encontro nacional e I Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. ANTAC/UFRGS, Canela-RS, p. 91-98, 2001.

JOHN, Vanderley Moacyr; SOUZA, Mangabeira Gisela; GIMINS, Enrique de Souza; COSTA, Wilson José Lopes da. **Seleção de Materiais, Componentes e Sistemas.** Departamento de Construção Civil. O Edifício e o Ambiente. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

JOHNSON, R., **Life-cycle costing in: The economics of building.** JOHN WILEY & SONS, INC. 1990.

JUNQUEIRA, Kleber de Castro; PAMPLONA, Edson de Oliveira. **Utilização da Simulação de Monte Carlo em Estudo de Viabilidade Econômica para a Instalação de um Conjunto de Beneficiamento de Café na Cocarive.** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, 2002.

KASSAI, José Roberto; ASSAF NETO, Alexandre; SANTOS, Ariovaldo dos; CASTRO, Silvia Pereira de. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2ª edição - São Paulo: Atlas, 2000.

KLEIJNEN, Jack P. C. **Statistical techniques in simulation**. Manual de metodologia. Rio de Janeiro: Programa ANAFIN, 1974.

KOPITTKE, Hartmut Bruno; CASAROTTO FILHO, Nelson. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2000.

KOTAJI, Shpresa; SCHUURMANS, Agnes; EDWARDS, Suzy. **Life-Cycle Assessment in Building and Construction**. Pensacola: SETACPRESS, 2003.

KROETZ, Cesar Eduardo S. **Apostila de Contabilidade de Custos I**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2001.

LANGSTON, Craig A. **Life-cost approach to building evaluation**. Austrália e Nova Zelândia: University of New South, 2005. 243 p.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projeto de investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LANDAU, R. Technology, capital formation and U. S. competitiveness. **International productivity and competitiveness**. New York: Oxford University Press, p.299-328, 1992.

LUSTOSA, Paulo Roberto Barbosa; CORRAR, Luiz J.; THEÓPHILO, Carlos Renato (Org.). **Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

LICCO, Eduardo Antonio. **Edifícios Verdes: Um caminho na busca da sustentabilidade. II Workshop Gestão Integrada: risco e sustentabilidade**. São Paulo, 2006.

MALERBA, Ericka Priscilla Marques. **Desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta computacional de apoio à decisão em análise de investimentos sob condições de risco – uma automação do Método de Monte Carlo.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais – 2003. 157 p.

MARSHALL, H. E.; PETERSEN, S. R. **Life-Cycle Costing in: Mechanical estimating** Guidebook for building Construction. 6 ed. MCGRAW-HILL, INC., 1995. Capítulo 27. p. 407-417.

MERCHEDE, Alberto. **Matemática financeira: para usuários do Excel e da calculadora HP-12C.** São Paulo: Atlas, 2001.

MORTON, Ralph; JAGGER, David. **Design and the Economics of Buildings.** 1ª ed. Londres: E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall, 1995. 418 p.

MOTTA, Silvio Romero Fonseca; AGUILAR, Maria Teresa Paulino; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. **Um modelo de Inserção da Sustentabilidade no Processo de Produção da Edificação.** Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. São Paulo, 2009.

MOTTA, Silvio Romero Fonseca; AGUILAR, Maria Teresa Paulino;. **Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações.** Gestão & Tecnologia de Projetos Vol. 4, nº 1, Maio de 2009. Disponível em <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/jornal2/index.php/gestaodeprojetos/article/viewFile/79/107>>. Acesso em: 20 jun.2009.

MOTTA, Silvio Romero Fonseca. **Sustentabilidade no ambiente construído: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos** , Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais – 2009. 125 p.

MOURAD, Anna Lúcia; GARCIA, Eloísa Corrêa; VILHENA, André. **Avaliação do Ciclo de Vida Princípios e Aplicações.** Campinas / CEMPRE, 2002. 92p.

MYERS, Danny. **Construction Economics a new approach.** 2004. Londres: Spon Press, 2004. 283 p.

NETO, Francisco Maia. **A Sustentabilidade na Construção Civil**. Artigo escrito para a coluna “Mercado Imobiliário”, publicado no jornal Estado de Minas, de Belo Horizonte - MG em Maio, 2010.

NEVES, Cesar das, **Análise de Investimentos – Projetos Industriais e Engenharia Econômica**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1982.

NEWNAN, Donald G.; LAVELLE, Jerome P.; ESCHENBACH, Ted G. **Essentials of Engineering Economic Analysis**. 2ª ed. Nova York: Oxford University Press, 2004. 663 p.

NORNES, David. **Use of life cycle costing in the U.S. green building industry**. Fort Collins, Colorado, 2005. For the degree of Máster Science – Departament Construction Management, Colorado State University.

OLIVEIRA, José Alberto Nascimento. **Engenharia Econômica: Uma Abordagem às Decisões de Investimento**. São Paulo, McGraw-Hill, 1982.

PALISADE. @ **RISK** Disponível em< <http://www.palisade.com/>>. Acesso em 20 jan.2010.

PANOCHIA, Patricia Juliana Vassalo. **Análise de risco de projetos privados: estudo dos métodos existentes e aplicação**. Ribeirão Preto. 2008.

PARDINI, Andrea Fonseca. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo – 2009. 227 p.

PEREZ Jr., José Hernandez; OLIVEIRA, Luis Martins de; COSTA; Rogério Guedes. **Gestão estratégica de custos**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2006.

PUCCINI, Abelardo de Lima. **Matemática Financeira Objetiva e Aplicada**. 6. ed. – São Paulo: Saraiva: 2003.

RAMÍSIO, Paulo J. **Manual de Engenharia – Sistemas de Pressurização – O custo do ciclo de vida como Fator de economia**. Bombas Grundfos Portugal, SA, 2005.

REICH, Marcus Carlsson. **Economic assessment of municipal waste management systems—case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC)**. Journal of Cleaner Production, v. 13, n. xx, p. 253-263, 2005

REN, Guoquang; ZHANG, Qianying. **Benchmarking the Life Cycle Cost Management of Building Project**. Tianjun - University of Technology, China, 2004.

Revista Guia da Construção nº 102 – Ano 63, Janeiro, 2010 – Editora PINI.

REWATT. Disponível em: <<http://www.rewatt.com.br/index.php?pg=empresa>>
Acesso em 14 Jan. 2010.

RIES, Robert; BILEC, Melissa M.; GOKHAN, Nuri Mehmet; NEEDY, Kim Lascola. **The Economic Benefits of Green Buildings: A Comprehensive Case Study**. The Engineering Economist, v. 51, p. 259-295, 2006.

ROCHA LIMA JR., João da. **Decisão e Planejamento: Fundamentos para a Empresa e Empreendimentos na Construção Civil** São Paulo: Escola politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2004. 54 p. Texto Técnico - TT/PCC/25.

ROCHA MOTTA, Regis; NETO, Armando Celestino Gonçalves; NEVES, Cesar das; CALÔBA, Guilherme Marques; NAKAGAWA, Marcelo Hiroshi; COSTA, Reinaldo Pacheco da. **Engenharia econômica e finanças**, Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2009.

ROCHA MOTTA, Regis; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2010.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **O desafio da construção de cidades**. Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2006.

ROSS, Stephen A. , WESTERFIELD, Randolph W. , JORDAN, Bradford D. **Princípios de Administração Financeira**. Editora Atlas, 2ª Edição, 2000.

ROSSETTI, José Paschoal; BRASIL, Haroldo Guimarães; OLIVEIRA, Virgínia Izabel de ; GALVÃO, Alexandre Moreira; RIBEIRO, Eurico; BRESSAN, Aureliano Angel; CAMPOS, Breno de; BOECHAT, Cláudio; ARAÚJO, Daniel, Loureiro; MOTA, Haroldo Vale; LAURIA, Luciano Carlos; BARROS, Luisa Valentim; GONTIJO, Paulo; PIRES, Sergio Eustáquio. **Finanças corporativas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SÁ, Carlos Alexandre. **Fluxo de Caixa: a visão da tesouraria e da controladoria** – São Paulo: Atlas, 2006.

SAMANEZ, Carlos Patrício. **Gestão de Investimentos e Geração de Valor**. São Paulo, Ed. Pearson Prentice Hall, 2007.

SARAIVA, Abraão Freires Júnior ; TABOSA, Cristiane de Mesquita ; COSTA, Reinaldo Pacheco da. **Simulação de Monte Carlo aplicada à análise econômica de pedido**. XXVIII encontro nacional de engenharia de produção a integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

SAVITZ, Andrew W.; WEBER, Karl. **A Empresa Sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental** - Rio de Janeiro -Editora: Nova Elsevier - Ano: 2007.

SCHMIDT, Paulo; SANTOS, José Luiz dos **Fundamentos de avaliação de empresas: foco no método de fluxo de caixa descontado: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2005.

SCHUYLER, Jhon R. **Decision Analysis inn Projects: Monte Carlo Simulation**. In: PMNETwork, January 1994.

SILVA, Vanessa Gomes. **Gestão sustentável de Facilidades**. Palestra no 1º Seminário Sustentabilidade e Facilities. ABRAFAC/CBCS: São Paulo, 27 de maio de 2009.

SILVA, Vanessa Gomes. **Uso de materiais e sustentabilidade**. Revista Sistemas Prediais, v.1, p. 30-34, São Paulo, 2007.

SILVA, Vanessa Gomes. **Materiais e sustentabilidade**. Palestra em *Cidades Sustentáveis*. Nova Técnica/FAU USP: São Paulo, 19 de junho de 2006.

SILVA, Vanessa Gomes; LAMBERTS, Roberto; TAKAOKA, M. V.; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. **Sustainable Building in Brazil: A four-year review and update**. Report prepared for World SB08 Melbourne. In: World SB08 Melbourne, 2008. v.1. p.24-52.

SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

SILVA, Vanessa Gomes, SILVA, Maristela Gomes da.. **Análise do ciclo de vida aplicada ao setor da construção civil: revisão da abordagem e estado atual**, em: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade - ENTAC 2000. Anais. Salvador, 26-28 de abril de 2000.

SILVA; Vanessa Gomes da; PARDINI, Andrea Fonseca. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n.3, p. 81-97, 2010.

SINDUSCON – MG - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Custos Unitários Básicos de Construção** (NBR 12.721:2006 – CUB 2006). Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/cub/tabelas/tabela_cub_marco_2010.PDF> Acesso em 10 Mar. 2010.

SINDUSCON – MG - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Manual Garantias – NBR 5674:99** – 4ª ed – Belo Horizonte, 2009. 116 p.

SINDUSCON – MG - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Financiamento imobiliário: uma visão geral dos produtos disponíveis** – 2ª ed – Belo Horizonte, 2007. 112 p.

SOUZA, Marcelo Cardoso Mesquita de. **Quantificação das incertezas na avaliação de projetos: o modelo utilizado na Agência de Fomento do Estado da Bahia.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações.** 5 ed. – São Paulo: Atlas, 2004.

SOUZA, Petain Ávila de. **Avaliação econômica de projetos de mineração: análise de sensibilidade e análise de risco.** / Edição Revisada. Petain Ávila de Souza - Belo Horizonte : 2005.

SOUZA, Yann Dieggo. **Desenvolvimento Sustentável na Rede de Mercocidades.** Revista EcoTerra Brasil. Disponível em: <http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=temas&tipo=temas&cd=745>.

Acesso em 10 Mar. 2010.

STERNER, Eva. **Life-cycle costing and it's use in he Swedish building sector.** Building Research & Information, London, v. 28, p. 387-393, 2000.

TORRES, Osvaldo Fadigas Fonte. **Fundamentos da engenharia econômica e da análise econômica de projetos.** São Paulo: Thomson Learning, 2006.

Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) – 13ª edição – São Paulo: PINI, 2008.

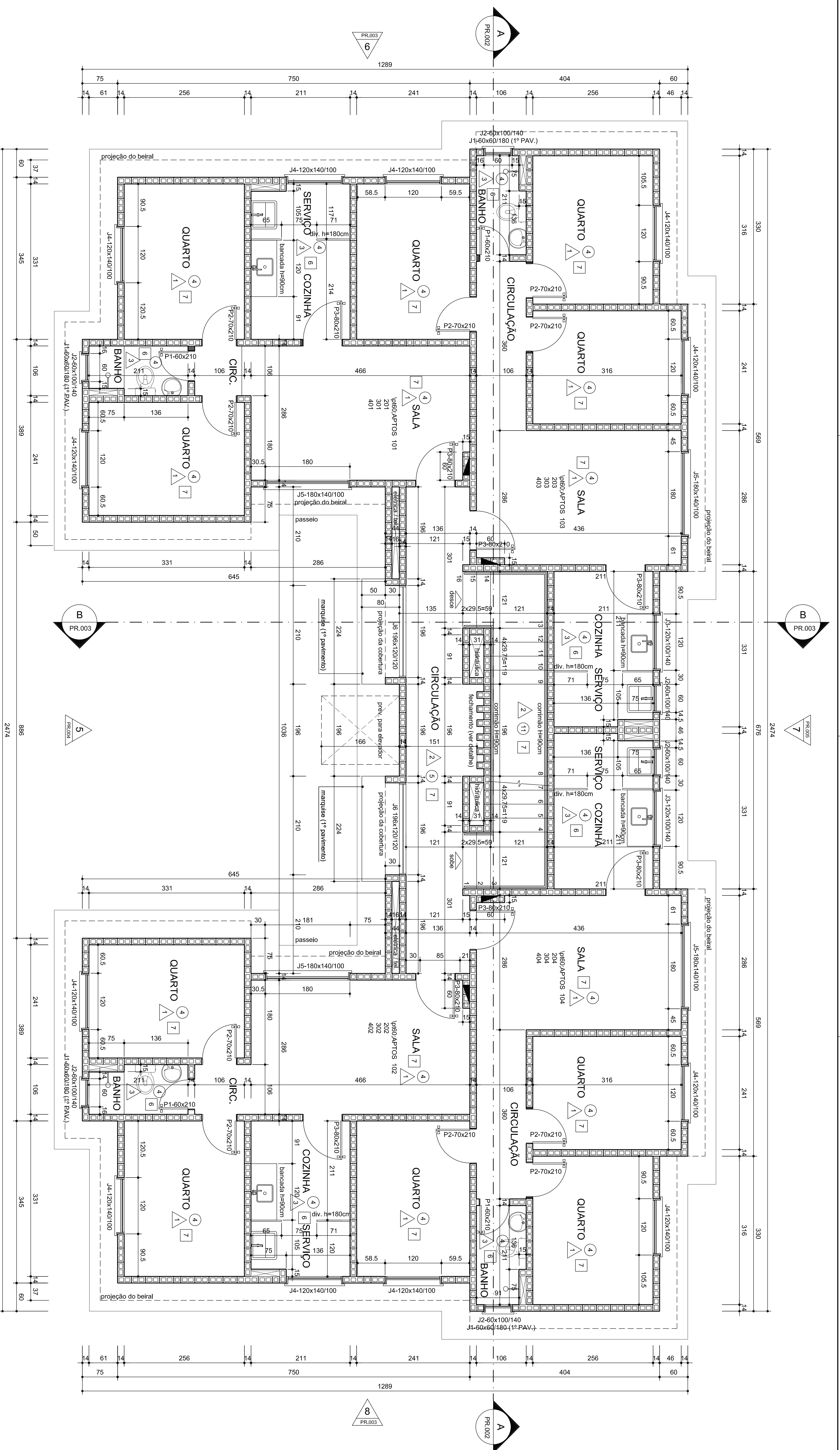
UNITED NATION. **Earth Summit Agenda 21 United Nation Conference on Environment and Development – UNCED.** Rio de Janeiro. Jun.1992 (versão em português: Agenda 21: Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro. Brasília: Senado Federal, 1997, 598p.

VIEIRA SOBRINHO, José Dutra. **Matemática Financeira** – 7 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

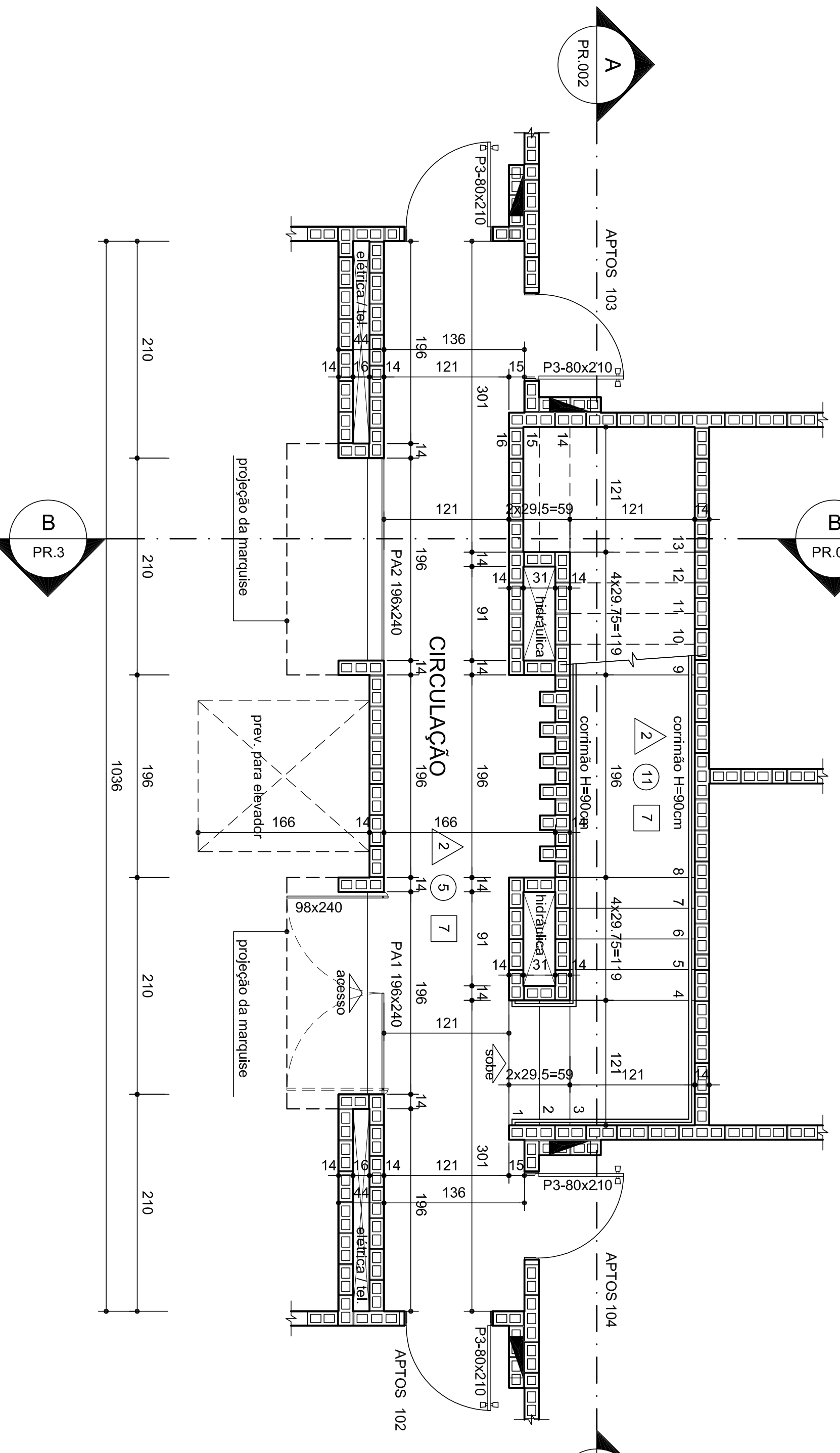
YOSHITAKE, Mariano. **Gestão de Custos do Ciclo de Vida de um Ativo.** Congresso Internacional de Custos, 1995 – Campinas – São Paulo, 1995.

WOILER, Samsão; MARTINS, Washington Franco. **Projetos: planejamento, elaboração e análise.** São Paulo: Atlas, 1994.

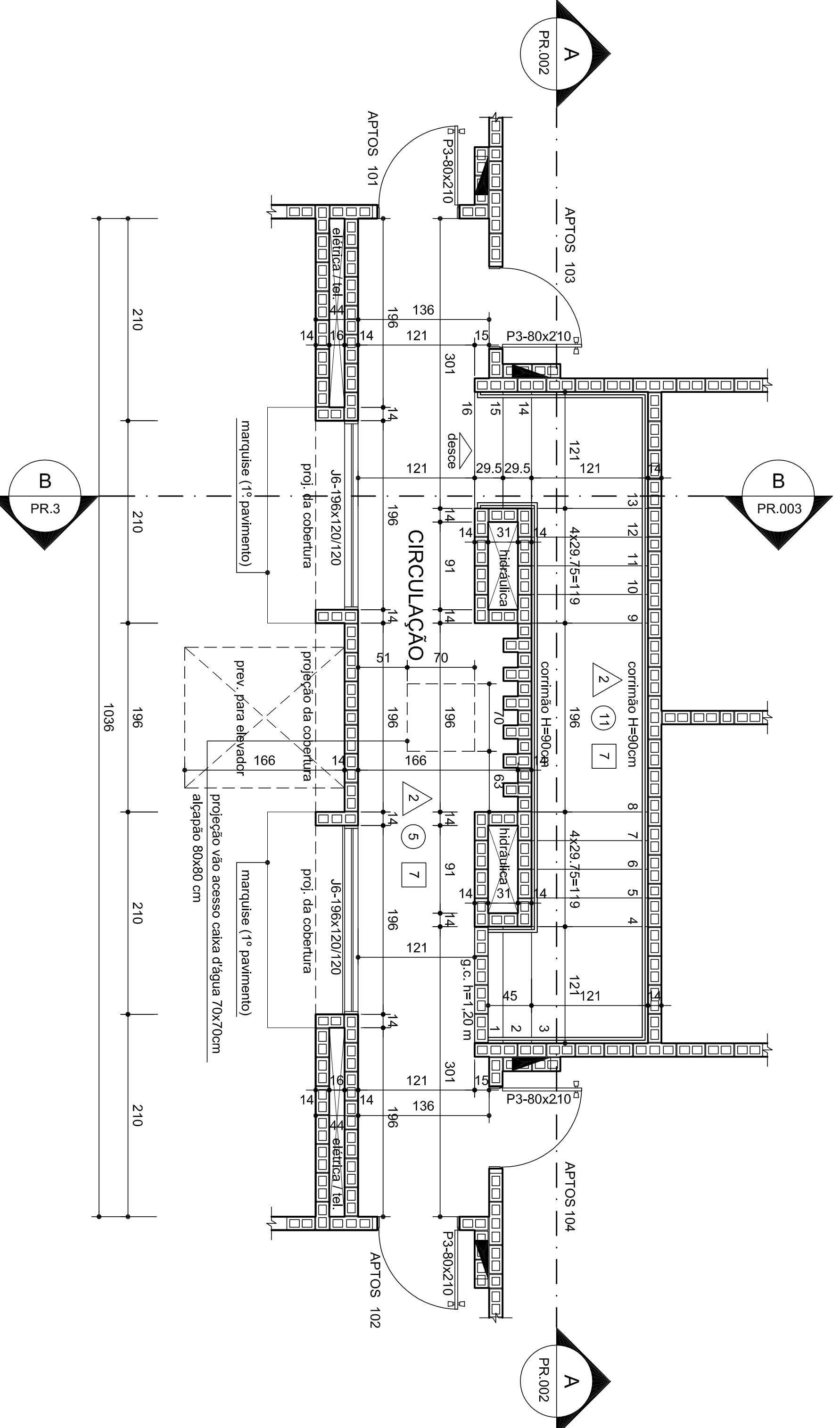
ANEXOS



PLANTA PAVIMENTO TIPO - BLOCO 2 E 3 QUARTOS
 ESCALA 1/50
 OBSERVAÇÃO: GRANDE EM FERRO QUADROADO 3/8" COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO, ACETINADO, COR ALUMÍNIO INSTALADA NAS ANEIAS DO PAVIMENTO.



PLANTA MODIFICAÇÃO ESCADA 1º PAVIMENTO - BLOCO 2 E 3 QUARTOS
 ESCALA 1/50



PLANTA MODIFICAÇÃO ESCADA 4º PAVIMENTO - BLOCO 2 E 3 QUARTOS
 ESCALA 1/50

NOTAS

- LISTA DE ESPECIFICAÇÕES**
- 1 - Revestimento em gesso com pintura latex PVA fosca, emastada, no cor pátula, inclusive selador PVA e fundo preparador.
 - 2 - no cor areia, inclusive selador areia.
 - 3 - Revestimento em azulejo branco 15x15cm, extra.
 - 4 - Piso cerâmico em azulejo branco, natural 30x30cm, extra com rodapé (paredes e portas) e saídas em azulejo.
 - 5 - Piso em madeira, 15x30cm com rodapé em madeira 15x15cm, extra.
 - 6 - Revestimento em gesso com pintura latex PVA fosca, sem massa.
 - 7 - Revestimento em gesso com pintura latex PVA fosca, sem massa.
 - 8 - Tinta acrílica decorativa para parede, Ver especificação de cores nas referências.
 - 9 - Pinta acrílica semi-brilho, sem massa, inclusive selador areia.
 - 10 - Ver especificação de cores nas referências ARQ-003, ARQ-004 e ARQ-005.
 - 11 - Piso em pre-moldado 60x60cm com rodapé em madeira 15x15cm.

CONVENÇÕES

- - PAREDE
- - PISO
- △ - TETO

METODOLOGIA DE ACABAMENTO

TIPO	DIMENSÕES	QUANT.	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÃO
P1	60x210	16	BANHOS	PORTA PRANHETA COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
P2	70x210	40	QUARTOS	PORTA PRANHETA COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
P3	80x210	32	SALAS	PORTA PRANHETA COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
PA1	198x210	1	ACESSO AO CONDOMÍNIO	PORTA EM ESTRUTURA DE METALON, TELA COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO ACETINADO, COR ALUMÍNIO
PA2	198x210	1	CIRCULÇÃO DO 1º PAVIMENTO	PORTA PRANHETA COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
J1	60x100/180	4	BANHOS - 1º PAV.	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 25 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORTEL 3mm E GRADE METÁLICA
J2	60x100/140	20	BANHOS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 25 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORTEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º PAV
J3	120x100/140	8	COZINHAS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 BUTIBULAR COM VÍDEO MINIBORTEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º PAV
J4	120x140/100	48	QUARTOS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 BUTIBULAR COM VÍDEO MINIBORTEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º PAV
J5	180x140/100	16	SALAS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 BUTIBULAR COM VÍDEO MINIBORTEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º PAV
J6	198x120/120	6	CIRCULÇÃO DO CONDOMÍNIO	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 BUTIBULAR COM VÍDEO TRANSPARENTE 3mm

REFERÊNCIAS

OBS: GRANDE EM FERRO QUADROADO 3/8" COM PINTURA ESMALETE SINTÉTICO, ACETINADO, COR ALUMÍNIO ONDE INDICADO.

CONTRATANTE	CONTRATADO	REVISÕES
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS	ENGENHARIA	
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ARRUDAS UGE-ARRUDAS		
UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ARRUDAS UGE-ARRUDAS		
UNIDADE HABITACIONAL - PADRÃO SUDECAP - BLOCO TIPO C		
PROJETO ARQUITETÔNICO		
PLANTA PAVIMENTO TIPO - BLOCO 2 E 3 QUARTOS		
PROJETO EXECUTIVO		
VADUTO DO BARREIRO - AV. PRESIDENTE CASTELO BRANCO		
CONTEÚDO:		
ESCALA:		
CONTEÚDO:		
APROVADO:		

ENGENHARIA
 ASS: _____
 DATA: _____

DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS
 UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ARRUDAS UGE-ARRUDAS

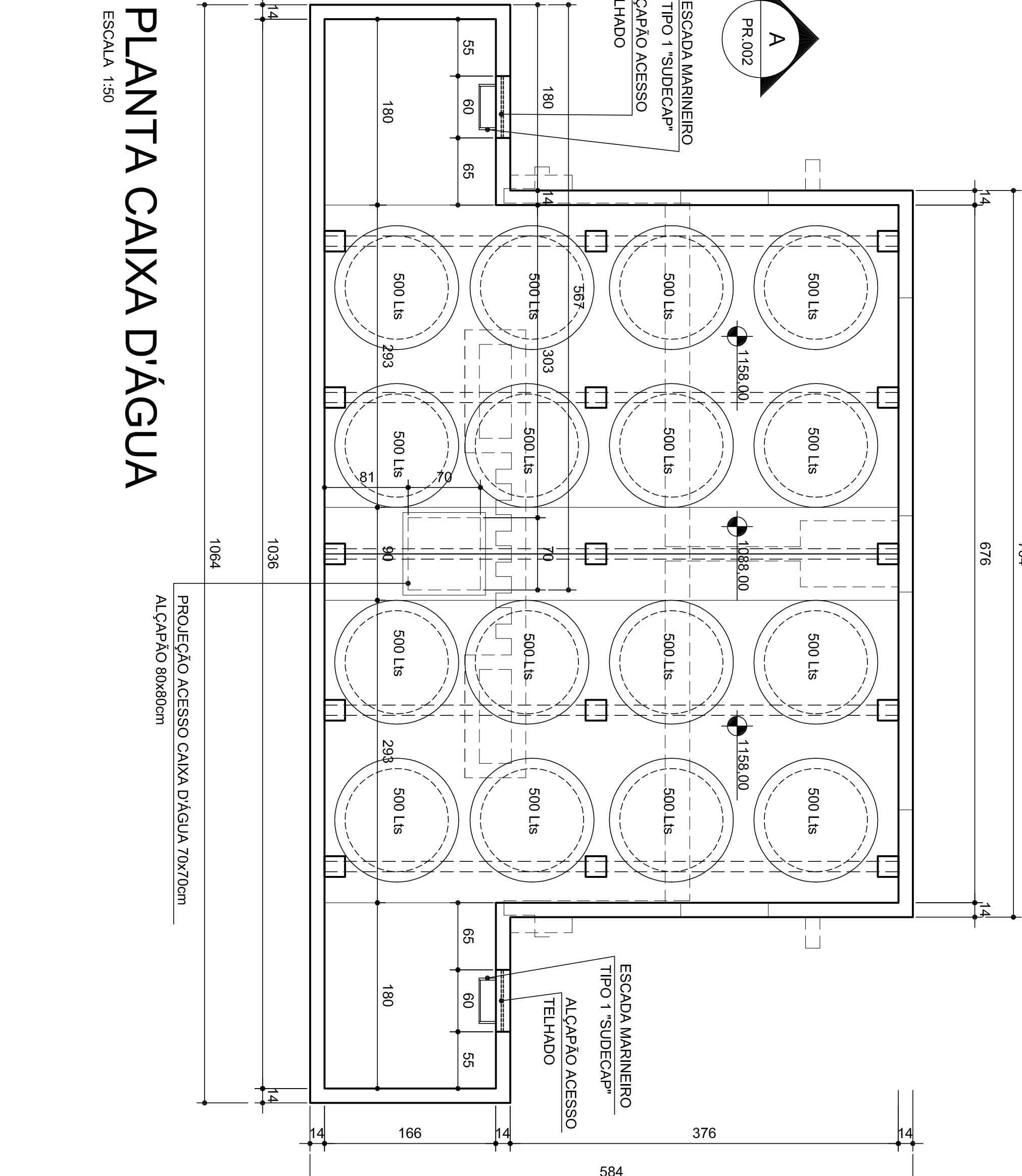
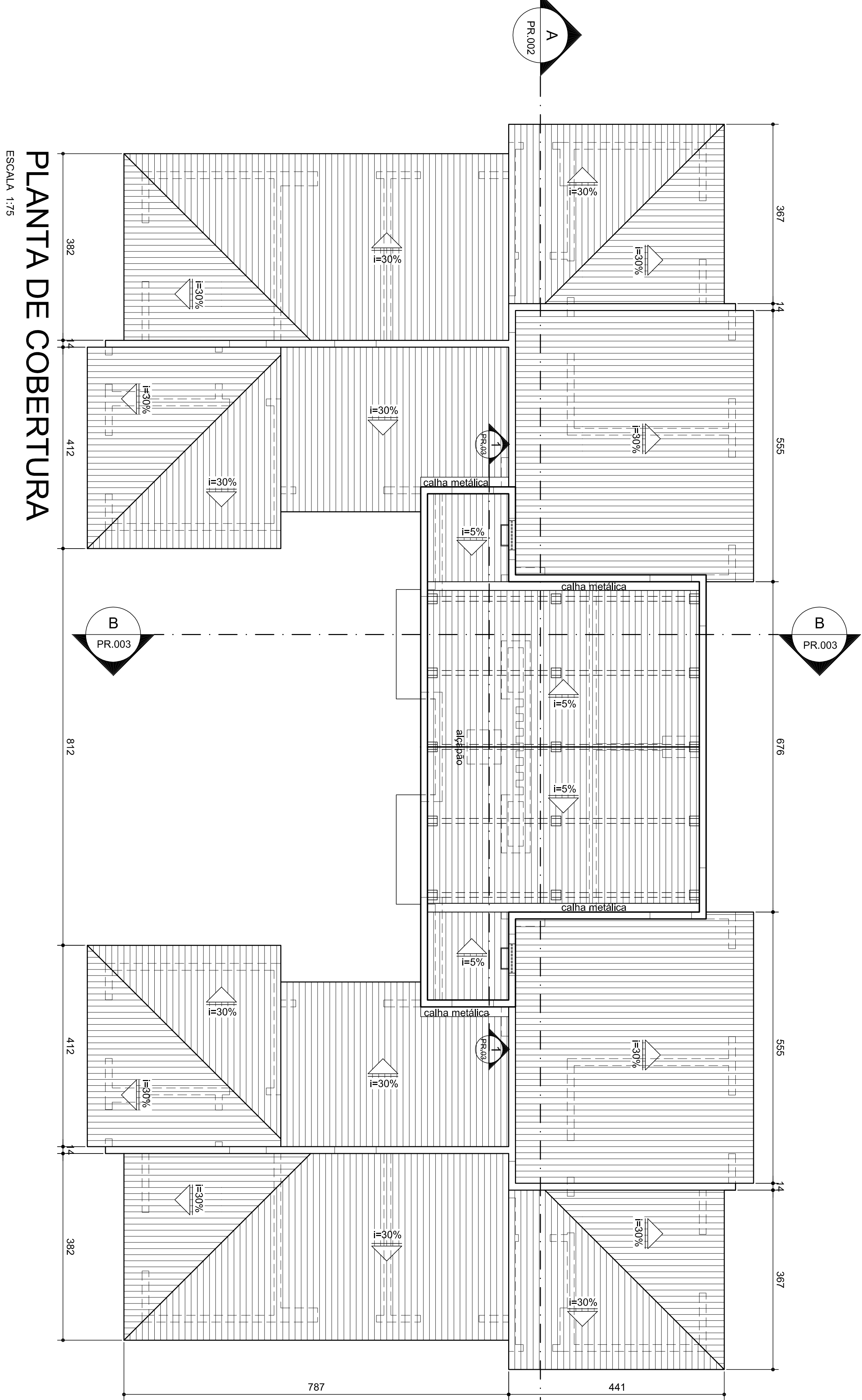
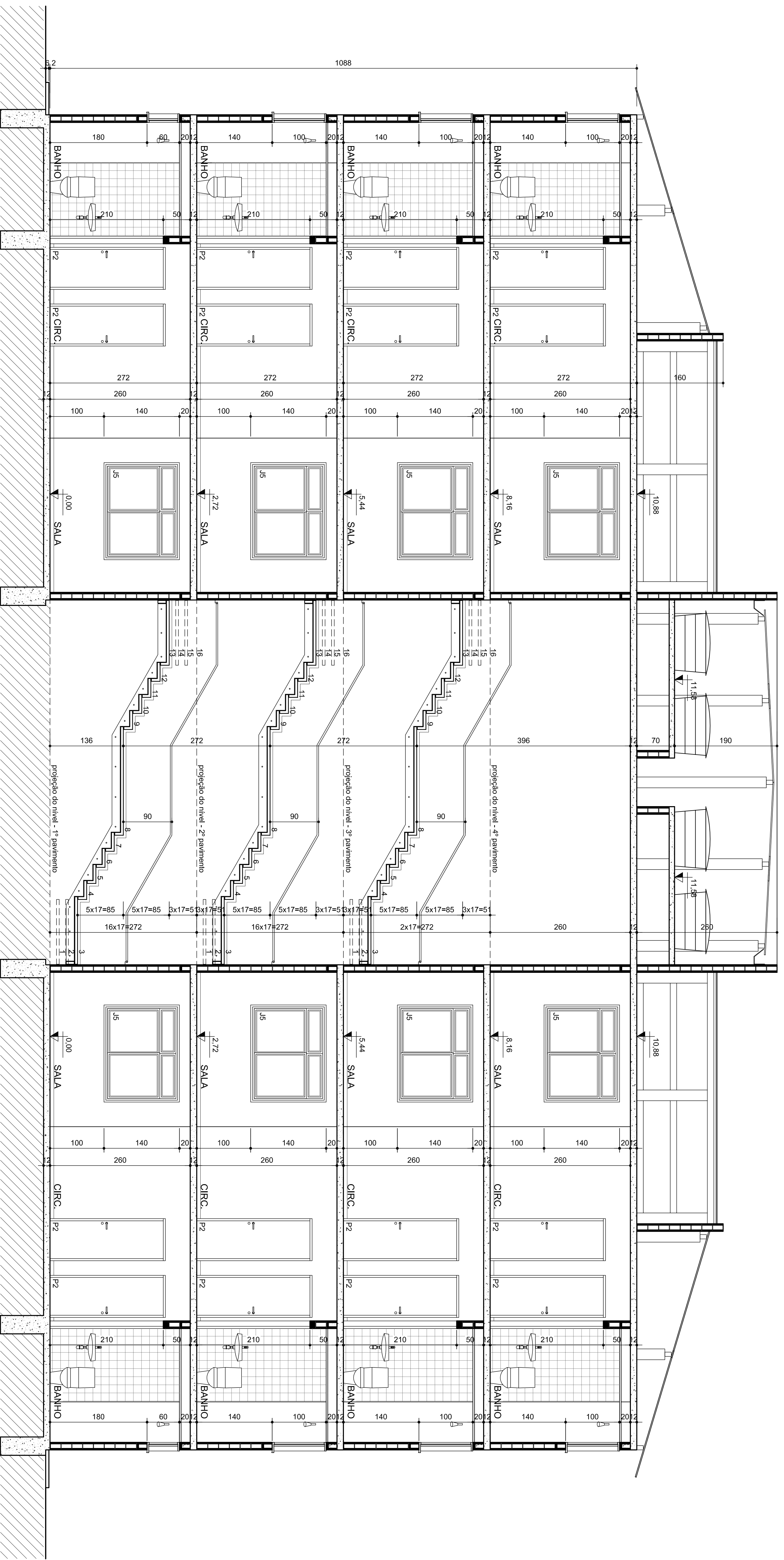
UNIDADE HABITACIONAL - PADRÃO SUDECAP - BLOCO TIPO C
 PROJETO ARQUITETÔNICO

PLANTA PAVIMENTO TIPO - BLOCO 2 E 3 QUARTOS

PROJETO EXECUTIVO

VADUTO DO BARREIRO - AV. PRESIDENTE CASTELO BRANCO

UNIDADE GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ARRUDAS UGE-ARRUDAS



- NOTAS**
- 1 - Revestimento em gesso com pintura látex PVA lisa, ematada, na cor púrpura, inclusive selador PVA e fundo preparador
 - 2 - no cor azul, inclusive selador azulado
 - 3 - Revestimento em azulejo branco 15x15cm, extra
 - 4 - Pisos cerâmicos em azulejo branco, natural 25x25cm, extra com rodapé (paredes pintadas) e selada em ardida
 - 5 - Piso em ardida, 15x30cm com rodapé em ardida Hidrom e solda em ardida
 - 6 - Piso em ardida, 15x30cm com rodapé em ardida Hidrom e solda em ardida
 - 7 - Revestimento em gesso com pintura látex PVA lisa, sem massa, na cor branca, inclusive selador PVA e fundo preparador
 - 8 - Tinta acrílica para paredes, inclusive selador azulado
 - 9 - Pinta acrílica para paredes, inclusive selador azulado
 - 10 - Ver especificação de cores nas planilhas ARC-003, ARC-004 e ARC-005
 - 11 - Piso em pedregulho 40 granito com rodapé em ardida Hidrom

- CONVENÇÕES**
- - PISO
 - - PAREDE
 - ▽ - TETO

TIPO	DIMENSÕES	QUANT.	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÃO
P1	60x210	16	BANHOS	PORTA PRANONETA COM PINTURA ESMALE TINTO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
P2	70x210	40	QUARTOS	PORTA PRANONETA COM PINTURA ESMALE TINTO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
P3	80x210	32	SALAS	PORTA PRANONETA COM PINTURA ESMALE TINTO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
PA1	18x240	1	CONDÔMÍNIO	PORTA EM ESTRUTURA DE METALON E TELA COM PINTURA ESMALE TINTO ACETINADO, COR ALUMÍNIO
PA2	18x240	1	CONDÔMÍNIO	PORTA PRANONETA COM PINTURA ESMALE TINTO ACETINADO, SEM MASSA, COR BRANCA
J1	60x100/180	4	BANHOS + T.PAV.	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 25 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORDEL 3mm E GRADE METÁLICA
J2	60x100/140	20	BANHOS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 25 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORDEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º VANTO
J3	120x100/140	8	COZINHAS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORDEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º VANTO
J4	120x140/100	48	QUARTOS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORDEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º VANTO
J5	180x140/100	16	SALAS	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 TUBULAR COM VÍDEO MINIBORDEL 3mm E GRADE METÁLICA NO 1º VANTO
J6	180x120/120	8	CIRCULAÇÃO DO CONDOMÍNIO	ALUMÍNIO ANODIZADO FOSCO LINHA 16 TUBULAR COM VÍDEO ISO TRANSPARENTE 3mm

OSB: GRADE EM FERRO QUADROADO 3/8" COM PINTURA ESMALE TINTO ACETINADO, COR ALUMÍNIO ONDE INDICADO

REFERÊNCIAS

MODIFICAÇÃO NO QUANTITATIVO DA "J", INCLUSÃO DOS PERIFÉRIOS NO QUADRO DE ESQUADRIAS E DOS AÇÚPORES DE ACESSO AO TELHADO – SEÇÃO 1-1

REVISÃO NAS ESPECIFICAÇÕES E NA DIMENSÃO DO BERAL

REVISÃO GERAL

REVISÃO GERAL

EMISSÃO INICIAL

ENGENHO
ENGENHEIRO

DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ARRUDAS UGE-ARRUDAS

DEOP-MG

REQUALIFICAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DO RIBEIRÃO ARRUDAS

UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO ARRUDAS UGE-ARRUDAS

UNIDADE HABITACIONAL – PADRÃO SUDECAP – BLOCO TIPO C

PROJETO ARQUITETÔNICO

CORTE AA, PLANTA COBERTURA E PLANTA CAIXA D'ÁGUA

CONTEÚDO:

ESCALA: INDICADA

MUNICÍPIO: 1

OPERAÇÃO: 988

FOLHA: ARQ-002

REVISÃO: E

Obra: Planilha de custos do projeto de referência

Data Ref.: 12/01/2010

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
1		Infraestrutura					
1. 1	CB0106	Escavação e carga mecanizada em material de 1ª. categoria	m3	83,000	1,08	89,64	
1. 2	CN0015	Carga de material de qquer natureza sobre caminhão mecânica	m3	165,000	1,26	207,90	
1. 3	CN9999	Transporte de material de qualquer natureza dmt > 5 km	M3XKm	3.928,000	0,79	3.103,12	
1. 4	CB0065	Escavação manual de vala em solo de la categoria, profundidade até 2 m	m3	72,000	9,12	656,64	
1. 5	CB0092	Reaterro manual de vala	m3	53,000	9,22	488,66	
1. 6	CB0091	Regularização de terreno	m3	394,000	0,63	248,22	
		TOTAL ITEM 1.....				4.794,18	
2		Fundação					
2. 1	CB0183	Escavação manual de tubulão a céu aberto	m3	41,000	58,20	2.386,20	
2. 2	CC0054	Forma em fundação de compensado resinado espessura mínima >= 12mm	m2	160,000	10,24	1.638,40	
2. 3	CB0057	Escoramento em fundação de compensado resinado espessura mínima >= 12mm	m2	160,000	16,93	2.708,80	
2. 4	CC0168	Armadura de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 20,0 mm, corte e dobra na obra	kg	1.795,000	5,57	9.998,15	
2. 5	CC0227	Concreto usinado lançado em fundação fck >= 10.0 MPA, brita calcarea	m3	3,000	192,66	577,98	
2. 6	CC0231	Concreto usinado lançado em fundação fck >= 20.0 MPA, brita calcarea	m3	57,130	225,75	12.897,10	
		TOTAL ITEM 2.....				30.206,63	
3		SUPERESTRUTURA					
3. 1	CC0086	Fôrma pré-fabricada com chapa compensada plastificada para escadas, e=12mm, 12 aproveitamentos	m2	1.073,820	11,79	12.660,34	
3. 2	CC0172	Armadura de aço para pilares, CA-50, corte e dobra e colocação em estrutura	kg	6.300,500	5,66	35.660,83	
3. 3	CC9998	Armadura de aço , SAE 1020 diâmetro 20,0 mm, corte e dobra na obra	kg	264,500	12,18	3.221,61	
3. 4	CC0232	Concreto usinado bombeado lançado em estrutura fck >= 25,0 MPA	m3	2,000	247,45	494,90	
3. 5	CC0231	Concreto usinado bombeado lançado em estrutura fck >= 20,0 MPA	m3	1.330,030	225,75	300.254,27	
		TOTAL ITEM 3.....				352.291,95	
4		PAREDES E PAINÉIS					
4. 1	CD0179	Alvenaria de vedação com blocos de concreto E=15 cm, a revestir	m2	437,610	20,66	9.041,02	
4. 2	CD0182	Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14 x 19 x 39 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:6 - tipo 2, FCK=4,5 MPA, família 29.	m2	2.502,000	20,41	51.065,82	
4. 3	CI9999	Junta em mastique elástico, Tipo Sikaflex T68, incluindo preparo da superfície (sem necessidade de corte do concreto)	m	370,000	6,03	2.231,10	
4. 4	CJ9999	Divisoria em pedra (painéis fixos) em ardosa e= 3cm c/perfis chapa 18	m2	48,000	145,00	6.960,00	
		TOTAL ITEM 4.....				69.297,94	
5		COBERTURA					
5. 1	CE9999	Estrutura metálica chapa 2,25 mm para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, ancorada em laje ou parede	un	1,000	484,50	484,50	
5. 2	CF9999	Engradamento em madeira paraju para cobertura em telha ondulada	m²	245,000	39,54	9.687,30	
5. 3	CF9998	Peças para engradamento em					

Obra: Planilha de custos do projeto de referência

Data Ref.: 12/01/2010

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
		madeira paraju (ampliação/manutenção) 14 x 6 cm	m	0,320	19,77	6,33	
5. 4	CG0061	Cumeeira ondulada de fibrocimento	m	25,000	20,40	510,00	
5. 5	CG0050	Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, e = 6 mm, altura 111 mm, largura útil 500 mm e largura nominal 605 mm, inclinação 18%	m ²	245,000	38,00	9.310,00	
5. 6	CG0096	Rufo de chapa de aço galvanizado no 26 GSG desenvolvimento 75 cm	m	122,790	13,70	1.682,22	
5. 7	CG0107	Calha de chapa galvanizada no 26 GSG desenvolvimento 75 cm	m	14,790	24,88	367,98	
		TOTAL ITEM 5.....				22.048,33	
6		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS					
6. 1		REDE DE ÁGUA FRIA - TUBOS E CONEXÕES DE PVC SOLDÁVEL MARROM parede					
6. 1. 1	CO0646	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 20 mm (1/2")	m	240,000	4,81	1.154,40	
6. 1. 2	CO0647	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 25 mm (3/4")	m	240,000	5,72	1.372,80	
6. 1. 3	CO0648	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 32 mm (1")	m	192,000	10,06	1.931,52	
6. 1. 4	CO0649	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 40 mm (1 1/4")	m	144,000	13,62	1.961,28	
		TOTAL ITEM 6. 1.....				6.420,00	
6. 2		REDE DE ESGOTO - TUBOS E CONEXÕES DE PVC BRANCO	un			0,00	
6. 2. 1	CO9971	Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 40 mm	m	48,000	7,56	362,88	
6. 2. 2	CO9972	Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 50 mm	m	144,000	11,15	1.605,60	
6. 2. 3	CO9973	Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 75 mm	m	144,000	14,44	2.079,36	
6. 2. 4	CO9974	Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 100 mm	m	96,000	16,35	1.569,60	
6. 3		CAIXAS (ampliação/manutenção) 14 x 6 cm					
6. 3. 1	CO1193	Caixa sifonada pvc c/grelha quadr/red. 150x150x50 mm	un	32,000	29,39	940,48	
6. 3. 2	CO9992	Caixa d'agua polietileno com tampa 500 l	un	16,000	201,44	3.223,04	
6. 3. 3	CO9991	Caixa.de gordura pre-fabricada simples d=400mmx635mm	un	16,000	122,79	1.964,64	
6. 3. 4	CB0227	Caixa alvenaria com tampa concreto-padroa sudecap 60 x 60 x 60 cm	un	32,000	125,36	4.011,52	
6. 3. 5	CO9989	Caixa sifonada de alvenaria.tampa concreto padrao.sudecap tipo 1 - 60 x 40 x 60 cm	un	16,000	149,32	2.389,12	
		TOTAL ITEM 6. 3.....				12.528,80	
6. 4		REGISTROS					
6. 4. 1	CO0025	Registro de pressão com canopla Ø 20 mm (1/2")	un	4,000	56,05	224,20	
6. 4. 2	CO0026	Registro de pressão com canopla Ø 25 mm (3/4")	un	28,000	42,56	1.191,68	
6. 4. 3	CO0007	Registro gaveta bruto 1510-b 3/4"fabrimar /similar Ø 20 mm (1/2")	un	16,000	26,66	426,56	
6. 4. 4	CO0008	Registro gaveta bruto 1510-b 3/4"fabrimar /similar Ø 25 mm (3/4")	un	16,000	36,10	577,60	
6. 4. 5	CO0009	Registro gaveta bruto 1510-b 1"fabrimar /similar Ø 32 mm (1")	un	16,000	48,97	783,52	
6. 4. 6	CO0016	Registro de gaveta com canopla c-1509 dl, d=3/4" fabrimar ou similar	un	4,000	55,50	222,00	
6. 4. 7	CO0017	Registro de gaveta com canopla c-1509 dl, d=1" fabrimar ou similar	un	12,000	66,08	792,96	
		TOTAL ITEM 6. 4.....				4.218,52	
6. 5		Chuveiro, ligação e sifão desenvolvimento 75 cm	UN			0,00	
6. 5. 1	CO1272	Chuveiro eletrico superducha					

Obra: Planilha de custos do projeto de referência

Data Ref.: 12/01/2010

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
		lorenzeti ou similar	un	16,000	82,56	1.320,96	
6. 5. 2	CO9961	Sifão p/ pia em pvc	UN	16,000	19,97	319,52	
6. 5. 3	CO9963	Sifão p/ tanque em pvc	UN	16,000	17,62	281,92	
6. 5. 4	CO9962	Sifão p/ lavatorio em pvc	UN	16,000	10,86	173,76	
6. 6		APARELHOS E METAIS SANITÁRIOS					
6. 6. 1	CO1224	Lavatorio 46x33 cm em marmore sintetico	m	16,000	149,36	2.389,76	
6. 6. 2	CO1220	Conj.acoplado branca, azalea celite/similar completo	un	16,000	281,15	4.498,40	
6. 6. 3	CO9999	Pia em marmore sintetico 120x50cm	un	16,000	106,34	1.701,44	
6. 6. 4	CO9993	Tanque em marmore sintetico 20l	un	16,000	86,04	1.376,64	
6. 6. 5	CJ0022	Saboneteira de louça branca ou em cores Ref.604 celite/similar	un	16,000	22,55	360,80	
6. 6. 6	CO9995	Terminal de ventilação pvc d= 75 mm	un	32,000	7,08	226,56	
6. 6. 7	CO1253	Torneira de bôia Ø 20 mm (3/4") deca ou similar	un	16,000	30,27	484,32	
6. 6. 8	CO9998	Torneira p/ pia talita ou similar	un	16,000	67,98	1.087,68	
6. 6. 9	CO9997	Torneira p/ lavatorio forusi ou similar	un	16,000	96,93	1.550,88	
6. 6. 10	CO9996	Torneira p/ tanque amarela	un	16,000	30,24	483,84	
		TOTAL ITEM 6. 6.....				14.160,32	
6. 7		Válvula					
6. 7. 1	CO9988	Válvula p/ esgoto lavatório	UN	16,000	8,65	138,40	
6. 7. 2	CO9987	Válvula p/ esgoto tanque	UN	16,000	7,15	114,40	
6. 7. 3	CO9986	Válvula p/ esgoto pia	UN	16,000	7,15	114,40	
		TOTAL ITEM 6. 7.....				367,20	
		TOTAL ITEM 6.....				45.408,44	
7		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					
7. 1		ELETRODUTO					
7. 1. 1	CP0206	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 3/4"	m	1.981,000	4,09	8.102,29	
7. 1. 2	CP0207	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 1"	m	38,000	5,49	208,62	
7. 1. 3	CP0208	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 1 1/4"	m	353,000	7,25	2.559,25	
7. 1. 4	CP0209	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 1 1/2"	m	1,000	8,98	8,98	
7. 1. 5	CP0210	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 2"	m	33,000	7,85	259,05	
		TOTAL ITEM 7. 1.....				11.138,19	
7. 2		FIOS E CABOS					
7. 2. 1	CP0070	Fio pirastic antiflan isolamento 750v condutor seção 2,5 mm2 ou similar	m	3.445,000	1,52	5.236,40	
7. 2. 2	CP0071	Fio pirastic antiflan isolamento 750v condutor seção 4,0 mm2 ou similar	m	3.804,000	2,06	7.836,24	
7. 2. 3	CP0073	Fio pirastic antiflan isolamento 750v condutor seção 10,0 mm2 ou similar	m	528,000	4,24	2.238,72	
7. 2. 4	CP0044	Cabo flexível pirastic (isol 750v)/sintenax (isol lkv) em PVC seção 16 mm²	m	913,000	6,39	5.834,07	
7. 2. 5	CP0045	Cabo flexível pirastic (isol 750v)/sintenax (isol lkv) em PVC seção 25 mm²	m	90,000	6,72	604,80	
7. 2. 6	CP0046	Cabo flexível pirastic (isol 750v)/sintenax (isol lkv) em PVC seção 35 mm²	m	70,000	8,85	619,50	
		TOTAL ITEM 7. 2.....				22.369,73	
7. 3		QUADROS E CAIXAS					
7. 3. 1	CP0375	Caixa de ferro esmaltado retangular 2" x 4" p.thomeu/sim	un	401,000	1,43	573,43	
7. 3. 2	CP0376	Caixa de ferro esmaltado quadrada 4" x 4" p.thomeu/sim	un	21,000	2,05	43,05	
7. 3. 3	CP0377	Caixa de ferro esmaltado octogonal 3" x 3" p.thomeu/sim	un	186,000	2,18	405,48	
7. 3. 4	CP9980	Quadro distribuição de circuitos com barramento					

Obra: Planilha de custos do projeto de referência

Data Ref.: 12/01/2010

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
7. 3. 5	CP0343	2f+n+t em separado, supressores de surto e atendimento a nr-10 Condutele metalico (wetzal ou similar) cj tampa c/ 1 tomada 2p+t e universal	un	16,000	918,63	14.698,08	
7. 3. 6	CP0420	Disjuntor monopolar termomagnético (200v-60hrz)-padrao nema de 5KA 70A	un	244,000	13,68	3.337,92	
7. 3. 7	CP0406	DISJUNTOR TRIPOLAR COMPACTO ATE 100 A COM ACIONAMENTO NA PORTA DO QUADRO DE DISTRIBUICAO	un	48,000	11,46	550,08	
7. 3. 8	CP0407	DISJUNTOR TRIPOLAR COMPACTO ATE 160 A COM ACIONAMENTO NA PORTA DO QUADRO DE DISTRIBUICAO	UN	1,000	495,02	495,02	
		TOTAL ITEM 7. 3.....				1.174,09	1.174,09
							21.277,15
7. 4		INTERRUPTOR					
7. 4. 1	CP0475	Interruptor, uma tecla simples 10 A - 250 V sem placa	un	48,000	6,44	309,12	
7. 4. 2	CP0488	Tomada universal dois pólos 15 A - 250 V sem placa	un	212,000	4,84	1.026,08	
7. 4. 3	CP0467	Conj. com 2 interruptor simples R.2010 sem placa	un	66,000	11,66	769,56	
7. 4. 4	CP9999	Termoplastica cinza para caixa 2" x 4"	un	312,000	2,97	926,64	
7. 4. 5	CP9998	Termoplastica cinza para caixa 4" x 4"	un	16,000	5,37	85,92	
7. 4. 6	CP0489	Tomada pino jack 1/4" ref.8508 pial ou similar	un	16,000	7,05	112,80	
7. 4. 7	CP0483	Pulsador de campainha	un	16,000	4,86	77,76	
7. 4. 8	CP9996	Cigarra 50/60hz 127v - R.6110 40 pial/sim	un	16,000	23,30	372,80	
7. 4. 9	CP0469	INTERRUPTOR , DUAS TECLAS PARALELO 10 A - 250 V	UN	1,000	16,30	16,30	
7. 4. 10	CP0474	INTERRUPTOR , DUAS TECLAS PARALELO 10 A - 250 V	UN	3,000	9,40	28,20	
7. 4. 11	CP0471	INTERRUPTOR , TRES TECLAS SIMPLES 10 A - 250 V	UN	1,000	17,16	17,16	
		TOTAL ITEM 7. 4.....					3.742,34
7. 5		ILUMINAÇÃO					
7. 5. 1	CP9995	Plafon inteligente para uma lampada incandescente	un	88,000	7,72	679,36	
7. 5. 2	CP0514	Luminaria de sobrepôr para lamp.fluor. 2x16w/127v completa com reator, soquete lampada	un	26,000	89,76	2.333,76	
7. 5. 3	CP9994	Spot para 2 lampadas incandescentes	un	40,000	33,72	1.348,80	
7. 5. 4	CP0516	Luminaria de sobrepôr p/ 2x32w/127 inclusive	un	32,000	76,39	2.444,48	
7. 5. 5	CP9993	Lâmpada incandescente 60w-127v-e27-soft	un	16,000	3,86	61,76	
7. 5. 6	CP9992	Lâmpada incandescente 100w-127v-e27-soft	un	112,000	4,06	454,72	
7. 5. 7	CP9991	Arandela banheiro para lamp. 60w incandescente	cj.	16,000	11,35	181,60	
		TOTAL ITEM 7. 5.....					7.504,48
7. 6		PADRÃO CEMIG SUBTERRANEO EM MURETA					
7. 6. 1	CP9990	Caixa padrão cemig subterraneo em mureta CM-1	un	16,000	71,64	1.146,24	
7. 6. 2	CP9990	Caixa padrão cemig subterraneo em mureta CM-1	UN	5,000	71,64	358,20	
		TOTAL ITEM 7. 6.....					1.504,44
7. 7		TELEFONIA					
7. 7. 1	CP0536	Cabo telefônico Tipo PI 2x0,6mm2 padrão Telebrás	m	392,000	1,75	686,00	
7. 7. 2	CP0074	Cabo coaxial	m	648,000	1,45	939,60	
		TOTAL ITEM 7. 7.....					1.625,60
7. 8		ATERRAMENTO PARA INSTALAÇÃO					
7. 8. 1	CM9996	Haste de aterramento de aço cobreado 15mm x 2400mm	un	6,000	51,50	309,00	
		TOTAL ITEM 7. 8.....					309,00
7. 9		CONDUTORES DE ATERRAMENTO					
7. 9. 1	CM9999	Cabo de cobre nu seção 35mm2	m	200,000	13,61	2.722,00	

Obra: Planilha de custos do projeto de referência

Data Ref.: 12/01/2010

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
7. 9. 2	CM9998	Cabo de cobre nu seção 50mm2	m	100,000	15,71	1.571,00	
7. 9. 3	CM9997	Terminal aéreo (captor) aço galvanizado d=3/8" x 250mm para proteção externa - contra descarga atmosférica	un	12,000	5,11	61,32	
7. 9. 4	CO9994	Caixa de inspeção em PVC suspensa para tubo de 1"	un	38,000	49,88	1.895,44	
		TOTAL ITEM 7. 9.....				6.249,76	
		TOTAL ITEM 7.....				75.720,69	
8		ESQUADRIAS					
8. 1		Portas					
8. 1. 1	CH0014	Porta 60x210cm tipo eucatex completa, acabamento mogno, inclusive fechadura stam ref. 823/03 maçaneta de alavanca	un	16,000	343,65	5.498,40	
8. 1. 2	CH0015	Porta 70x210cm tipo eucatex completa, acabamento mogno, inclusive fechadura stam ref. 813/03 maçaneta de alavanca	un	40,000	349,32	13.972,80	
8. 1. 3	CH0008	Porta 80x210cm tipo eucatex completa, acabamento mogno,	un	32,000	660,66	21.141,12	
		TOTAL ITEM 8. 1.....				40.612,32	
8. 2		Janelas					
8. 2. 1	CH9999	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 25 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 0,60 x 0,60 x 1,8 m, com vidro mini-boreal 3mm e grade metálica	un	4,000	93,58	374,32	
8. 2. 2	CH9996	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 16 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 1,20 x 1,40 x 1,0 m, com vidro mini-boreal 3mm	un	8,000	330,58	2.644,64	
8. 2. 3	CH9995	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 16 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 1,80 x 1,40 x 1,0 m, com vidro mini-boreal 3mm	un	16,000	479,58	7.673,28	
8. 2. 4	CH9998	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 25 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 0,60 x 1,0 x 1,4 m, com vidro mini-boreal 3mm	UN	20,000	150,58	3.011,60	
8. 2. 5	CH9996	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 16 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 1,20 x 1,40 x 1,0 m, com vidro mini-boreal 3mm	UN	48,000	330,58	15.867,84	
8. 2. 6	CH0115	JANELA DE ALUMINIO PADRONIZADA, COLOCACAO E ACABAMENTO , DE CORRER, COM QUATRO FOLHAS, COM BANDEIRA, DIMENSOES 1,20 X 1,50 M, COM VIDRO LISO	UN	6,000	753,95	4.523,70	
		TOTAL ITEM 8. 2.....				34.095,38	
8. 3	CI9998	Aplicação de silicone em janelas de alumínio	m	112,550	6,57	739,45	
8. 4	CH0095	Grade em ferro quadrado 3/8"	m²	32,160	188,98	6.077,60	
8. 5	CE0035	CORRIMAO TUBULAR DE FERRO GALVANIZADO	M	36,000	62,51	2.250,36	
		TOTAL ITEM 8.....				83.775,11	
9		IMPERMEABILIZAÇÃO					
9. 1	CG9999	Impermeabilização 1ª laje com lona preta	m2	117,600	1,26	148,18	
9. 2	CG0007	Impermeabilização de piso com três demãos de emulsão asfáltica	m2	50,120	18,46	925,22	
		TOTAL ITEM 9.....				1.073,40	
10		REVESTIMENTOS DE PAREDES					
10. 1	CI0254	Chapisco com mistura de cimento, areia e adesivo à base acrílica, traço 1:3, a					

Obra: Planilha de custos do projeto de referência

Data Ref.: 12/01/2010

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
		colher	m2	1.244,000	1,95	2.425,80	
10. 2	CI9996	Reboco com argamassa 1:6 cimento e areia	m2	993,000	10,25	10.178,25	
10. 3	CI0046	GESSO APLICADO EM PAREDE INTERNA ATRAVES DE PROJECAO MECANICA - SARRAFEADO	m2	2.581,600	7,65	19.749,24	
10. 4	CI0266	Cerâmica comum em placa 15 x 15 cm, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco	m2	251,000	22,59	5.670,09	
10. 5	CI9997	Emboço para parede externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6	m ²	993,000	9,79	9.721,47	
10. 6	CI0072	FORRO DE GESSO ACARTONADO FIXO MONOLITICO, SUSPENSOS POR PENDURAIIS DE ARAME GALVANIZADO NO 18 PAINEL, E=12,5 MM	M2	532,440	39,28	20.914,24	
		TOTAL ITEM 10.....				68.659,09	
11		PISOS					
11. 1	CB9999	Piso cimentado natado com argamassa 1:3 junta pl. 17x3mm e= 3,0 cm com junta de 2 x 2 m	m ²	749,000	18,71	14.013,79	
11. 2	CI0093	Piso cerâmico em lajota vermelha,natural, 30 x 30 cm, assentado com argamassa	m ²	148,000	33,78	4.999,44	
		TOTAL ITEM 11.....				19.013,23	
12		PINTURA					
12. 1	CI0020	Pintura com tinta látex pva em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida c/fundo preparador de parede	m ²	2.930,000	5,63	16.495,90	
12. 2	CI0016	Pintura com tinta acrílica em reboco com duas demãos, com selador acrílico	m ²	236,000	6,50	1.534,00	
12. 3	CI0009	Pintura com tinta esmalte sintético acetinado, com duas demãos, sem massa com fundo branco em esquadria de madeira	m ²	266,000	7,22	1.920,52	
12. 4	CI0012	Pintura com tinta esmalte sintético acetinado, com duas demãos, e fundo antioxidante em esquadria metálica	m ²	83,130	9,96	827,97	
12. 5	CI0012	Pintura com tinta esmalte sintético acetinado, com duas demãos, com fundo antioxidante em esquadria metálica	m ²	3,000	9,96	29,88	
12. 6	CI0042	Pintura epoxi eletrostática	m ²	4,790	11,26	53,94	
12. 7	CI0323	TEXTURA ACRILICA EM PAREDE EXTERNA COM UMA DEMA0	M2	992,960	5,96	5.918,04	
		TOTAL ITEM 12.....				26.780,25	
13		Extintor					
13. 1	CM0022	EXTINTOR DE AGUA PRESSURIZADA , CAPACIDADE 10 LITROS	UN	4,000	99,23	396,92	
		TOTAL ITEM 13.....				396,92	
		VALOR TOTAL.....				799.466,16	

Obra: Planilha de custos da manutenção do projeto de referência

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
1	CH9994	Manutenção de esquadrias de alumínio	un	90,000	4,82	433,80	
2	CH9980	Manutenção de esquadrias de madeira	m2	460,350	3,18	1.463,91	
3	CH9970	Manutenção de esquadrias metálicas	m2	112,560	5,11	575,18	
4	CI9980	Manutenção de forro de gesso	m2	164,100	10,42	1.709,92	
5	CG9990	Manutenção de impermeabilização de piso	m2	53,700	0,46	24,70	
6	CP9970	Manutenção de instalações elétricas	un	390,000	0,53	206,70	
7	CO9950	Manutenção de instalações hidrossanitárias	un	90,000	1,77	159,30	
8	CO9990	Manutenção de louças sanitárias	un	15,000	3,16	47,40	
9	CO9980	Manutenção de caixas e válvulas de descargas	un	15,000	1,90	28,50	
10	CO9970	Manutenção de metais sanitários	un	30,000	1,84	55,20	
11	CI9990	Manutenção de pintura interna com tinta latex	m2	1.281,910	1,67	2.140,79	
12	CI9930	Manutenção de pintura interna com tinta acrílica	m2	103,250	4,90	505,93	
13	CI9970	Manutenção de pintura externa	m2	482,690	4,54	2.191,41	
14	CI9960	Manutenção de revestimentos cerâmicos	m2	235,350	1,29	303,60	
15	CI9950	Manutenção de piso cerâmico	m2	840,900	1,79	1.505,21	
		VALOR TOTAL.....				11.351,55	

Obra: Planilha de custos do projeto com práticas sustentáveis

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
1		Infraestrutura					
1. 1	CB0106	Escavação e carga mecanizada em material de 1ª. categoria	m3	83,000	1,08	89,64	
1. 2	CN0015	Carga de material de qquer natureza sobre caminhão mecânica	m3	165,000	1,26	207,90	
1. 3	CN9999	Transporte de material de qualquer natureza dmt > 5 km	M3XKm	3.928,000	0,79	3.103,12	
1. 4	CB0065	Escavação manual de vala em solo de la categoria, profundidade até 2 m	m3	72,000	9,12	656,64	
1. 5	CB0092	Reaterro manual de vala	m3	53,000	9,22	488,66	
1. 6	CB0091	Regularização de terreno	m3	394,000	0,63	248,22	
2		Fundação					
2. 1	CB0183	Escavação manual de tubulão a céu aberto	m3	41,000	58,20	2.386,20	
2. 2	CC0054	Forma em fundação de compensado resinado espessura minima >= 12mm	m2	160,000	10,24	1.638,40	
2. 3	CB0057	Escoramento em fundação de compensado resinado espessura minima >= 12mm	m2	160,000	16,93	2.708,80	
2. 4	CC0168	Armadura de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 20,0 mm, corte e dobra na obra	kg	1.795,000	5,57	9.998,15	
2. 5	CC0227	Concreto usinado lançado em fundação fck >= 10.0 MPA, brita calcarea	m3	3,000	192,66	577,98	
2. 6	CC0231	Concreto usinado lançado em fundação fck >= 20.0 MPA, brita calcarea	m3	57,130	225,75	12.897,10	
3		SUPERESTRUTURA					
3. 1	CC0086	Fôrma pré-fabricada com chapa compensada plastificada para escadas, e=12mm, 12 aproveitamentos	m2	1.073,820	11,79	12.660,34	
3. 2	CC0172	Armadura de aço para pilares, CA-50, corte e dobra e colocação em estrutura	kg	6.300,500	5,66	35.660,83	
3. 3	CC9998	Armadura de aço , SAE 1020 diâmetro 20,0 mm, corte e dobra na obra	kg	264,500	12,18	3.221,61	
3. 4	CC0232	Concreto usinado bombeado lançado em estrutura fck >= 25,0 MPA	m3	2,000	247,45	494,90	
3. 5	CC0231	Concreto usinado bombeado lançado em estrutura fck >= 20,0 MPA	m3	1.330,030	225,75	300.254,27	
4		PAREDES E PAINÉIS					
4. 1	CD0179	Alvenaria de vedação com blocos de concreto E=15 cm, a revestir	m2	437,610	20,66	9.041,02	
4. 2	CD0182	Alvenaria de vedação com blocos de concreto 14 x 19 x 39 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:6 - tipo 2, FCK=4,5 MPA, família 29.	m2	2.502,000	20,41	51.065,82	
4. 3	CI9999	Junta em mastique elástico, Tipo Sikaflex T68, incluindo preparo da superfície (sem necessidade de corte do concreto)	m	370,000	6,03	2.231,10	
4. 4	CJ9999	Divisoria em pedra (paneis fixos) em ardosa e= 3cm c/perfis chapa 18	m2	48,000	145,00	6.960,00	
5		COBERTURA					
5. 1	CE9999	Estrutura metalica chapa 2,25 mm para telha ondulada de fibrocimento, aluminio ou plástica, ancorada em laje ou parede	un	1,000	484,50	484,50	
5. 2	CF9999	Engradamento em madeira paraju para cobertura em telha ondulada	m²	245,000	39,54	9.687,30	
5. 3	CF9998	Peças para engradamento em madeira paraju (ampliação/manutenção) 14 x 6 cm	m	0,320	19,77	6,33	
5. 4	CG0061	Cumeeira ondulada de fibrocimento	m	25,000	20,40	510,00	
5. 5	CG0050	Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, e = 6 mm, altura 111 mm, largura útil 500 mm e largura nominal 605 mm, inclinação 18%	m²	245,000	38,00	9.310,00	
5. 6	CG0096	Rufo de chapa de aço					

Obra: Planilha de custos do projeto com práticas sustentáveis

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
5.	7	galvanizado no 26 GSG desenvolvimento 75 cm	m	122,790	13,70	1.682,22	
		Calha de chapa galvanizada no 26 GSG desenvolvimento 75 cm	m	14,790	24,88	367,98	
6.	1	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS REDE DE ÁGUA FRIA - TUBOS E CONEXÕES DE PVC SOLDÁVEL MARROM parede					
6.	1. 1	CO0646 Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 20 mm (1/2")	m	240,000	4,81	1.154,40	
6.	1. 2	CO0647 Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 25 mm (3/4")	m	240,000	5,72	1.372,80	
6.	1. 3	CO0648 Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 32 mm (1")	m	192,000	10,06	1.931,52	
6.	1. 4	CO0649 Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 40 mm (1 1/4")	m	144,000	13,62	1.961,28	
6.	2	REDE DE ESGOTO - TUBOS E CONEXÕES DE PVC BRANCO	un			0,00	
6.	2. 1	CO9971 Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 40 mm	m	48,000	7,56	362,88	
6.	2. 2	CO9972 Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 50 mm	m	144,000	11,15	1.605,60	
6.	2. 3	CO9973 Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 75 mm	m	144,000	14,44	2.079,36	
6.	2. 4	CO9974 Tubo pvc esgoto ponta/bolsa, solda, incl.conexões, Ø 100 mm	m	96,000	16,35	1.569,60	
6.	3	CAIXAS (ampliação/manutenção) 14 x 6 cm					
6.	3. 1	CO1193 Caixa sifonada pvc c/grelha quadr/red. 150x150x50 mm	un	32,000	29,39	940,48	
6.	3. 2	CO9992 Caixa d'agua polietileno com tampa 500 l	un	16,000	201,44	3.223,04	
6.	3. 3	CO9991 Caixa.de gordura pre-fabricada simples d=400mmx635mm	un	16,000	122,79	1.964,64	
6.	3. 4	CB0227 Caixa alvenaria com tampa concreto-padroa sudicap 60 x 60 x 60 cm	un	32,000	125,36	4.011,52	
6.	3. 5	CO9989 Caixa sifonada de alvenaria.tampa concreto padrao.sudicap tipo 1 - 60 x 40 x 60 cm	un	16,000	149,32	2.389,12	
6.	4	REGISTROS					
6.	4. 1	CO0025 Registro de pressão com canopla Ø 20 mm (1/2")	un	4,000	56,05	224,20	
6.	4. 2	CO0026 Registro de pressão com canopla Ø 25 mm (3/4")	un	28,000	42,56	1.191,68	
6.	4. 3	CO0007 Registro gaveta bruto 1510-b 3/4"fabrimar /similar Ø 20 mm (1/2")	un	16,000	26,66	426,56	
6.	4. 4	CO0008 Registro gaveta bruto 1510-b 3/4"fabrimar /similar Ø 25 mm (3/4")	un	16,000	36,10	577,60	
6.	4. 5	CO0009 Registro gaveta bruto 1510-b 1"fabrimar /similar Ø 32 mm (1")	un	16,000	48,97	783,52	
6.	4. 6	CO0016 Registro de gaveta com canopla c-1509 dl, d=3/4" fabrimar ou similar	un	4,000	55,50	222,00	
6.	4. 7	CO0017 Registro de gaveta com canopla c-1509 dl, d=1" fabrimar ou similar	un	12,000	66,08	792,96	
6.	5	Chuveiro, ligação e sifão desenvolvimento 75 cm	UN			0,00	
6.	5. 1	CO9930 Chuveiro elétrico superducha lorenzetti ou similar	un	16,000	472,56	7.560,96	
6.	5. 2	CO9961 Sifão p/ pia em pvc	UN	16,000	19,97	319,52	
6.	5. 3	CO9963 Sifão p/ tanque em pvc	UN	16,000	17,62	281,92	
6.	5. 4	CO9962 Sifão p/ lavatorio em pvc	UN	16,000	10,86	173,76	
6.	6	APARELHOS E METAIS SANITÁRIOS					
6.	6. 1	CO1224 Lavatorio 46x33 cm em marmore sintetico	m	16,000	149,36	2.389,76	
6.	6. 2	CO9940 Conj.acoplado branca, azalea celite/similar completo	un	16,000	404,84	6.477,44	
6.	6. 3	CO9999 Pia em marmore sintetico 120x50cm	un	16,000	106,34	1.701,44	
6.	6. 4	CO9993 Tanque em marmore sintetico 20l	un	16,000	86,04	1.376,64	
6.	6. 5	CJ0022 Saboneteira de louça branca ou em cores Ref.604 celite/similar	un	16,000	22,55	360,80	
6.	6. 6	CO9995 Terminal de ventilação pvc d=75 mm	un	32,000	7,08	226,56	
6.	6. 7	CO1253 Torneira de bóia Ø 20 mm (3/4") deca ou similar	un	16,000	30,27	484,32	
6.	6. 8	CO9998 Torneira p/ pia talita ou similar	un	16,000	67,98	1.087,68	
6.	6. 9	CO9997 Torneira p/ lavatorio forusi ou similar	un	16,000	96,93	1.550,88	
6.	6. 10	CO9996 Torneira p/ tanque amarela	un	16,000	30,24	483,84	

Obra: Planilha de custos do projeto com práticas sustentáveis

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
6. 7		Válvula					
6. 7. 1	CO9988	Válvula p/ esgoto lavatório	UN	16,000	8,65	138,40	
6. 7. 2	CO9987	Válvula p/ esgoto tanque	UN	16,000	7,15	114,40	
6. 7. 3	CO9986	Válvula p/ esgoto pia	UN	16,000	7,15	114,40	
7		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					
7. 1		ELETRODUTO					
7. 1. 1	CP0206	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 3/4"	m	1.981,000	4,09	8.102,29	
7. 1. 2	CP0207	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 1"	m	38,000	5,49	208,62	
7. 1. 3	CP0208	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 1 1/4"	m	353,000	7,25	2.559,25	
7. 1. 4	CP0209	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 1 1/2"	m	1,000	8,98	8,98	
7. 1. 5	CP0210	Eletroduto de PVC rígido, rosca, inclusive conexões Ø 2"	m	33,000	7,85	259,05	
7. 2		FIOS E CABOS					
7. 2. 1	CP0070	Fio pirastic antiflan isolamento 750v condutor seção 2,5 mm2 ou similar	m	3.445,000	1,52	5.236,40	
7. 2. 2	CP0071	Fio pirastic antiflan isolamento 750v condutor seção 4,0 mm2 ou similar	m	3.804,000	2,06	7.836,24	
7. 2. 3	CP0073	Fio pirastic antiflan isolamento 750v condutor seção 10,0 mm2 ou similar	m	528,000	4,24	2.238,72	
7. 2. 4	CP0044	Cabo flexível pirastic (isol 750v)/sintenax (isol lkv) em PVC seção 16 mm²	m	913,000	6,39	5.834,07	
7. 2. 5	CP0045	Cabo flexível pirastic (isol 750v)/sintenax (isol lkv) em PVC seção 25 mm²	m	90,000	6,72	604,80	
7. 2. 6	CP0046	Cabo flexível pirastic (isol 750v)/sintenax (isol lkv) em PVC seção 35 mm²	m	70,000	8,85	619,50	
7. 3		QUADROS E CAIXAS					
7. 3. 1	CP0375	Caixa de ferro esmaltado retangular 2" x 4" p.thomeu/sim	un	401,000	1,43	573,43	
7. 3. 2	CP0376	Caixa de ferro esmaltado quadrada 4" x 4" p.thomeu/sim	un	21,000	2,05	43,05	
7. 3. 3	CP0377	Caixa de ferro esmaltado octogonal 3" x 3" p.thomeu/sim	un	186,000	2,18	405,48	
7. 3. 4	CP9980	Quadro distribuição de circuitos com barramento 2f+n+t em separado, supressores de surto e atendimento a nr-10	un	16,000	918,63	14.698,08	
7. 3. 5	CP0343	Condulete metalico (wetzal ou similar) cj tampa c/ 1 tomada 2p+t e universal	un	244,000	13,68	3.337,92	
7. 3. 6	CP0420	Disjuntor monopolar termomagnético (200v-60hrz)-padrao nema de 5KA 70A	un	48,000	11,46	550,08	
7. 3. 7	CP0406	DISJUNTOR TRIPOLAR COMPACTO ATE 100 A COM ACIONAMENTO NA PORTA DO QUADRO DE DISTRIBUICAO	UN	1,000	495,02	495,02	
7. 3. 8	CP0407	DISJUNTOR TRIPOLAR COMPACTO ATE 160 A COM ACIONAMENTO NA PORTA DO QUADRO DE DISTRIBUICAO	UN	1,000	1.174,09	1.174,09	
7. 4		INTERRUPTOR					
7. 4. 1	CP0475	Interruptor, uma tecla simples 10 A - 250 V sem placa	un	48,000	6,44	309,12	
7. 4. 2	CP0488	Tomada universal dois pólos 15 A - 250 V sem placa	un	212,000	4,84	1.026,08	
7. 4. 3	CP0467	Conj. com 2 interruptor simples R.2010 sem placa	un	66,000	11,66	769,56	
7. 4. 4	CP9999	Termoplastica cinza para caixa 2" x 4"	un	312,000	2,97	926,64	
7. 4. 5	CP9998	Termoplastica cinza para caixa 4" x 4"	un	16,000	5,37	85,92	
7. 4. 6	CP0489	Tomada pino jack 1/4" ref.8508 pial ou similar	un	16,000	7,05	112,80	
7. 4. 7	CP0483	Pulsador de campainha	un	16,000	4,86	77,76	
7. 4. 8	CP9996	Cigarra 50/60hz 127v - R.6110 40 pial/sim	un	16,000	23,30	372,80	
7. 4. 9	CP0469	INTERRUPTOR , DUAS TECLAS PARALELO 10 A - 250 V	UN	1,000	16,30	16,30	
7. 4. 10	CP0474	INTERRUPTOR , TRES TECLAS SIMPLES 10 A - 250 V	UN	3,000	9,40	28,20	
7. 4. 11	CP0471	INTERRUPTOR , TRES TECLAS SIMPLES 10 A - 250 V	UN	1,000	17,16	17,16	

Obra: Planilha de custos do projeto com práticas sustentáveis

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
7. 5		ILUMINAÇÃO					
7. 5. 1	CP9995	Plafon inteligente para uma lampada incandescente	un	88,000	7,72	679,36	
7. 5. 2	CP0514	Luminaria de sobrepor para lamp.fluor. 2x16w/127v completa com reator, soquete lampada	un	26,000	89,76	2.333,76	
7. 5. 3	CP9994	Spot para 2 lampadas incandescentes	un	40,000	33,72	1.348,80	
7. 5. 4	CP0516	Luminaria de sobrepor p/ 2x32w/127 inclusive	un	32,000	76,39	2.444,48	
7. 5. 5	CP9983	Lâmpada fluorescente 60w-127v-e27-soft	un	16,000	14,89	238,24	
7. 5. 6	CP9992	Lâmpada flescente 100w-127v-e27-soft	un	112,000	16,76	1.877,12	
7. 5. 7	CP9981	Arandela banheiro para lamp. 60w ou fluor compacta	cj.	16,000	22,38	358,08	
7. 6		PADRÃO CEMIG SUBTERRANEO EM MURETA					
7. 6. 1	CP9990	Caixa padrão cemig subterraneo em mureta CM-1	un	16,000	71,64	1.146,24	
7. 6. 2	CP9990	Caixa padrão cemig subterraneo em mureta CM-1	UN	5,000	71,64	358,20	
7. 7		TELEFONIA					
7. 7. 1	CP0536	Cabo telefônico Tipo PI 2x0,6mm2 padrão Telebrás	m	392,000	1,75	686,00	
7. 7. 2	CP0074	Cabo coaxial	m	648,000	1,45	939,60	
7. 8		ATERRAMENTO PARA INSTALAÇÃO					
7. 8. 1	CM9996	Haste de aterramento de aço cobreado 15mm x 2400mm	un	6,000	51,50	309,00	
7. 9		CONDUTORES DE ATERRAMENTO					
7. 9. 1	CM9999	Cabo de cobre nu seção 35mm2	m	200,000	13,61	2.722,00	
7. 9. 2	CM9998	Cabo de cobre nu seção 50mm2	m	100,000	15,71	1.571,00	
7. 9. 3	CM9997	Terminal aéreo (captor) aço galvanizado d=3/8" x 250mm para proteção externa - contra descarga atmosférica	un	12,000	5,11	61,32	
7. 9. 4	CO9994	Caixa de inspeção em PVC suspensa para tubo de 1" ESQUADRIAS	un	38,000	49,88	1.895,44	
8		Portas					
8. 1. 1	CH0014	Porta 60x210cm tipo eucatex completa, acabamento mogno, inclusive fechadura stam ref. 823/03 maçaneta de alavanca	un	16,000	343,65	5.498,40	
8. 1. 2	CH0015	Porta 70x210cm tipo eucatex completa, acabamento mogno, inclusive fechadura stam ref. 813/03 maçaneta de alavanca	un	40,000	349,32	13.972,80	
8. 1. 3	CH0008	Porta 80x210cm tipo eucatex completa, acabamento mogno,	un	32,000	660,66	21.141,12	
		TOTAL ITEM 8. 1.....				40.612,32	
8. 2		Janelas					
8. 2. 1	CH9999	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 25 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 0,60 x 0,60 x 1,8 m, com vidro mini-boreal 3mm e grade metálica	un	4,000	93,58	374,32	
8. 2. 2	CH9996	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 16 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 1,20 x 1,40 x 1,0 m, com vidro mini-boreal 3mm	un	8,000	330,58	2.644,64	
8. 2. 3	CH9995	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 16 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 1,80 x 1,40 x 1,0 m, com vidro mini-boreal 3mm	un	16,000	479,58	7.673,28	
8. 2. 4	CH9998	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 25 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 0,60 x 1,0 x 1,4 m, com vidro mini-boreal 3mm	UN	20,000	150,58	3.011,60	
8. 2. 5	CH9996	Janela de alumínio anodizada fosco (linha 16 tubular), colocação e acabamento, maximoar , dimensões 1,20 x 1,40 x 1,0 m, com vidro mini-boreal 3mm	UN	48,000	330,58	15.867,84	
8. 2. 6	CH0115	JANELA DE ALUMINIO PADRONIZADA, COLOCACAO E ACABAMENTO , DE CORRER, COM QUATRO FOLHAS, COM BANDEIRA,					

Obra: Planilha de custos do projeto com práticas sustentáveis

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
		DIMENSOES 1,20 X 1,50 M, COM VIDRO LISO	UN	6,000	753,95	4.523,70	
8.	3	CI9998 Aplicação de silicone em janelas de alumínio	m	112,550	6,57	739,45	
8.	4	CH0095 Grade em ferro quadrado 3/8"	m ²	32,160	188,98	6.077,60	
8.	5	CE0035 CORRIMAO TUBULAR DE FERRO GALVANIZADO	M	36,000	62,51	2.250,36	
9		IMPERMEABILIZAÇÃO					
9.	1	CG9999 Impermeabilização 1ª laje com lona preta	m2	117,600	1,26	148,18	
9.	2	CG0007 Impermeabilização de piso com três demãos de emulsão asfáltica	m2	50,120	18,46	925,22	
10		REVESTIMENTOS DE PAREDES					
10.	1	CI0254 Chapisco com mistura de cimento, areia e adesivo à base acrílica, traço 1:3, a colher	m2	1.244,000	1,95	2.425,80	
10.	2	CI9996 Reboco com argamassa 1:6 cimento e areia	m2	993,000	10,25	10.178,25	
10.	3	CI0064 FORRO DE PVC EM PAINELIS LINEARES ENCAIXADOS ENTRE SI E FIXADOS EM ESTRUTURA DE MADEIRA, DIMENSOES 100 X 6000 MM	M2	532,440	32,42	17.261,70	
10.	4	CI0266 Cerâmica comum em placa 15 x 15 cm, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco	m2	251,000	22,59	5.670,09	
10.	5	CI9997 Emboço para parede externa com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:6	m ²	993,000	9,79	9.721,47	
11		PISOS					
11.	1	CB9999 Piso cimentado natado com argamassa 1:3 junta pl. 17x3mm e= 3,0 cm com junta de 2 x 2 m	m ²	749,000	18,71	14.013,79	
11.	2	CI0093 Piso cerâmico em lajota vermelha,natural, 30 x 30 cm, assentado com argamassa	m ²	148,000	33,78	4.999,44	
12		PINTURA					
12.	1	CI0020 Pintura com tinta látex pva em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida c/fundo preparador de parede	m ²	2.930,000	5,63	16.495,90	
12.	2	CI0016 Pintura com tinta acrílica em reboco com duas demãos, com selador acrílico	m ²	236,000	6,50	1.534,00	
12.	3	CI0009 Pintura com tinta esmalte sintético acetinado, com duas demãos, sem massa com fundo branco em esquadria de madeira	m ²	266,000	7,22	1.920,52	
12.	4	CI0012 Pintura com tinta esmalte sintético acetinado, com duas demãos, e fundo antioxidante em esquadria metálica	m ²	83,130	9,96	827,97	
12.	5	CI0012 Pintura com tinta esmalte sintético acetinado, com duas demãos, com fundo antioxidante em esquadria metálica	m ²	3,000	9,96	29,88	
12.	6	CI0042 Pintura epoxi eletrostática	m ²	4,790	11,26	53,94	
12.	7	CI0306 EMASSAMENTO DE PAREDE INTERNA COM MASSA CORRIDA A BASE DE PVA COM DUAS DEMAOS, PARA PINTURA LATEX	M2	2.581,600	2,72	7.021,95	
12.	8	CI0323 TEXTURA ACRILICA EM PAREDE EXTERNA COM UMA DEMAOS	M2	992,960	5,96	5.918,04	
13		Aquecimento solar					
13.	1	CM0018 AQUECEDOR SOLAR CAPACIDADE 400 LITROS COM 4 COLETORES SOLARES	CJ	16,000	3.455,79	55.292,64	
		TOTAL ITEM 13.....				55.292,64	
14		Extintor					
14.	1	CM0022 EXTINTOR DE AGUA PRESSURIZADA , CAPACIDADE 10 LITROS	UN	4,000	99,23	396,92	
		TOTAL ITEM 14.....				396,92	
		VALOR TOTAL.....				848.373,37	

Obra: Planilha de manutenção do projeto com práticas sustentáveis

Item	Cod.	Descricao	Unid	Qtde	Preco Unitario	Custo Total	OBS
1	CH9994	Manutenção de esquadrias de alumínio	un	90,000	4,82	433,80	
2	CH9980	Manutenção de esquadrias de madeira	m2	460,350	3,18	1.463,91	
3	CH9970	Manutenção de esquadrias metálicas	m2	112,560	5,11	575,18	
4	CI0064	Manutenção de forro de pvc	m2	164,100	7,64	1.253,72	
5	CG9990	Manutenção de Impermeabilização de piso	m2	53,700	0,46	24,70	
6	CP9970	Manutenção de instalações elétricas	un	390,000	0,53	206,70	
7	CO9950	Manutenção de instalações hidrossanitárias	un	90,000	1,77	159,30	
8	CO9990	Manutenção de louças sanitárias	un	15,000	3,16	47,40	
9	CO9980	Manutenção de caixas e válvulas de descargas	un	15,000	1,90	28,50	
10	CO9970	Manutenção de metais sanitários	un	30,000	1,84	55,20	
11	CI9990	Manutenção de pintura interna com tinta latex	m2	1.281,910	1,67	2.140,79	
12	CI9930	Manutenção de pintura interna com tinta acrílica	m2	103,250	4,90	505,93	
13	CI9970	Manutenção de pintura externa com textura acrílica	m2	482,690	4,54	2.191,41	
14	CI9960	Manutenção de revestimentos cerâmicos	m2	235,350	1,29	303,60	
15	CI9950	Manutenção de piso cerâmico	m2	840,900	1,79	1.505,21	
16	CM9950	Manutenção de aquecedor solar	un	30,000	18,63	558,90	
		VALOR TOTAL.....				11.454,25	

ANEXO G - FLUXO DE CAIXA DO PROJETO REFERÊNCIA

Moeda Adotada	R\$
Ano Inicial da Construção	2008
Ano Inicial da Operação	2010
Ano Final de Operação	2039
Período de Construção	2 anos
Período de Operação	30 anos

	Período de Investimento		
	ano 1	ano 2	
INVESTIMENTO			
Obras de infra.civil e arquit.	31.707,69	23.810,80	0%

CUSTOS			
Custos operacionais	52.960 R\$		0%

Taxa mínima de atratividade	9%
------------------------------------	----

IR	15%
-----------	-----

FINANCIAMENTO	(55.518)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Parcela			(5.182)	(5.071)	(4.960)	(4.849)	(4.738)	(4.627)	(4.516)	(4.404)	(4.293)	(4.182)	(4.071)	(3.960)	(3.849)	(3.738)	(3.627)	(3.516)	(3.405)	(3.294)	(3.183)	(3.072)	(2.961)	(2.850)	(2.739)	(2.628)	(2.517)	(2.406)	(2.295)	(2.184)	(2.073)	(1.962)
Juros + TR	6%		(3.331)	(3.220)	(3.109)	(2.998)	(2.887)	(2.776)	(2.665)	(2.554)	(2.443)	(2.332)	(2.221)	(2.110)	(1.999)	(1.888)	(1.777)	(1.666)	(1.555)	(1.443)	(1.332)	(1.221)	(1.110)	(999)	(888)	(777)	(666)	(555)	(444)	(333)	(222)	(111)
Amortização			(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	
Saldo Devedor	(55.518)	(53.668)	(51.817)	(49.967)	(48.116)	(46.265)	(44.415)	(42.564)	(40.714)	(38.863)	(37.012)	(35.162)	(33.311)	(31.460)	(29.610)	(27.759)	(25.909)	(24.058)	(22.207)	(20.357)	(18.506)	(16.656)	(14.805)	(12.954)	(11.104)	(9.253)	(7.402)	(5.552)	(3.701)	(1.851)	0	

FLUXO DE CAIXA	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
----------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

INVESTIMENTO	(31.708)	(23.811)																																
Investimento	(31.708)	(23.811)																																
INVESTIMENTO TOTAL	(31.708)	(23.811)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FINANCIAMENTO	55.518	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AMORTIZAÇÃO	-	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	(1.851)	
JUROS	-	(3.331)	(3.220)	(3.109)	(2.998)	(2.887)	(2.776)	(2.665)	(2.554)	(2.443)	(2.332)	(2.221)	(2.110)	(1.999)	(1.888)	(1.777)	(1.666)	(1.555)	(1.443)	(1.332)	(1.221)	(1.110)	(999)	(888)	(777)	(666)	(555)	(444)	(333)	(222)	(111)			
DESPESAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CUSTOS OPERACIONAIS	-	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	(1.765)	
FC PROJETO ANTES DO IR	23.811	(23.811)	(6.947)	(6.836)	(6.725)	(6.614)	(6.503)	(6.392)	(6.281)	(6.170)	(6.059)	(5.948)	(5.837)	(5.726)	(5.615)	(5.504)	(5.393)	(5.282)	(5.170)	(5.059)	(4.948)	(4.837)	(4.726)	(4.615)	(4.504)	(4.393)	(4.282)	(4.171)	(4.060)	(3.949)	(3.838)	(3.727)		
Depreciação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Valor de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.278	
IMPOSTO DE RENDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(4.164)	
FLUXO DE CAIXA APÓS O IR	23.811	(23.811)	(6.947)	(6.836)	(6.725)	(6.614)	(6.503)	(6.392)	(6.281)	(6.170)	(6.059)	(5.948)	(5.837)	(5.726)	(5.615)	(5.504)	(5.393)	(5.282)	(5.170)	(5.059)	(4.948)	(4.837)	(4.726)	(4.615)	(4.504)	(4.393)	(4.282)	(4.171)	(4.060)	(3.949)	(3.838)	83.715		
Payback em anos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,04		

VPL após o Imposto de Renda	(R\$ 44.401,02)
PAYBACK	27,044
Valor Anual Uniforme Equivalente	(2.004,18)
Custo do ciclo de vida	166,68

ANEXO H - FLUXO DE CAIXA DO PROJETO COM PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Moeda Adotada	R\$
Ano Inicial da Construção	2008
Ano Inicial da Operação	2010
Ano Final de Operação	2039
Período de Construção	2 anos
Período de Operação	30 anos

	Período de Investimento		
	ano 1	ano 2	
INVESTIMENTO			
3. Obras de infra, civil e arquit.	31.707,64	26.796,13	0%

CUSTOS			
Custos operacionais	32.633 R\$		0%

Taxa mínima de atratividade	9%
------------------------------------	----

IR	15%
-----------	-----

FINANCIAMENTO	(58.504)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Parcela			(5.460)	(5.343)	(5.226)	(5.109)	(4.992)	(4.875)	(4.758)	(4.641)	(4.524)	(4.407)	(4.290)	(4.173)	(4.056)	(3.939)	(3.822)	(3.705)	(3.588)	(3.471)	(3.354)	(3.237)	(3.120)	(3.003)	(2.886)	(2.769)	(2.652)	(2.535)	(2.418)	(2.301)	(2.184)	(2.067)
Juros + TR	6%		(3.510)	(3.393)	(3.276)	(3.159)	(3.042)	(2.925)	(2.808)	(2.691)	(2.574)	(2.457)	(2.340)	(2.223)	(2.106)	(1.989)	(1.872)	(1.755)	(1.638)	(1.521)	(1.404)	(1.287)	(1.170)	(1.053)	(936)	(819)	(702)	(585)	(468)	(351)	(234)	(117)
Amortização			(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	
Saldo Devedor	(58.504)	(56.554)	(54.604)	(52.653)	(50.703)	(48.753)	(46.803)	(44.853)	(42.903)	(40.953)	(39.003)	(37.052)	(35.102)	(33.152)	(31.202)	(29.252)	(27.302)	(25.352)	(23.402)	(21.451)	(19.501)	(17.551)	(15.601)	(13.651)	(11.701)	(9.751)	(7.801)	(5.850)	(3.900)	(1.950)	(0)	

FLUXO DE CAIXA	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
----------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Investimento	(31.708)	(26.796)																														
INVESTIMENTO TOTAL	(31.708)	(26.796)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FINANCIAMENTO	58.504	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMORTIZAÇÃO	-	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)	(1.950)
JUROS	-	(3.510)	(3.393)	(3.276)	(3.159)	(3.042)	(2.925)	(2.808)	(2.691)	(2.574)	(2.457)	(2.340)	(2.223)	(2.106)	(1.989)	(1.872)	(1.755)	(1.638)	(1.521)	(1.404)	(1.287)	(1.170)	(1.053)	(936)	(819)	(702)	(585)	(468)	(351)	(234)	(117)	
DESPESAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUSTOS OPERACIONAIS	-	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)	(1.088)
FC PROJETO ANTES DO IR	26.796	(26.796)	(6.548)	(6.431)	(6.314)	(6.197)	(6.080)	(5.963)	(5.846)	(5.729)	(5.612)	(5.495)	(5.378)	(5.261)	(5.144)	(5.027)	(4.910)	(4.793)	(4.676)	(4.559)	(4.442)	(4.325)	(4.208)	(4.091)	(3.974)	(3.857)	(3.740)	(3.623)	(3.506)	(3.389)	(3.272)	(3.155)
Depreciação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87.756
IMPOSTO DE RENDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(4.388)
FLUXO DE CAIXA APÓS O IR	26.796	(26.796)	(6.548)	(6.431)	(6.314)	(6.197)	(6.080)	(5.963)	(5.846)	(5.729)	(5.612)	(5.495)	(5.378)	(5.261)	(5.144)	(5.027)	(4.910)	(4.793)	(4.676)	(4.559)	(4.442)	(4.325)	(4.208)	(4.091)	(3.974)	(3.857)	(3.740)	(3.623)	(3.506)	(3.389)	(3.272)	88.989
Payback em anos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,04

VPL após o Imposto de Renda	(R\$ 39.979,44)
PAYBACK	27,035
Valor Anual Uniforme Equivalente	(1.283,22)
Custo do ciclo de vida	14,46